



CAHIER DES CHARGES
ET DEVIS GÉNÉRAUX
INFRASTRUCTURES ROUTIÈRES

CONSTRUCTION
ET RÉPARATION

ÉDITION 2025



CAHIER DES CHARGES
ET DEVIS GÉNÉRAUX
INFRASTRUCTURES ROUTIÈRES

CONSTRUCTION
ET RÉPARATION

ÉDITION 2025

Cette publication a été réalisée et éditée par la Direction des normes et des documents d'ingénierie du ministère des Transports et de la Mobilité durable.

La version électronique est disponible à l'adresse suivante :
<https://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/produits-en-ligne/ouvrages-routiers/>.

Pour obtenir des renseignements, il existe plusieurs moyens :

- composer le 511 (au Québec) ou le 1 888 355-0511 (partout en Amérique du Nord);
- consulter le site Web du ministère des Transports et de la Mobilité durable au www.transports.gouv.qc.ca;
- écrire à l'adresse suivante : Ministère des Transports et de la Mobilité durable
700, boulevard René-Lévesque Est, 28^e étage
Québec (Québec) G1R 5H1

© Gouvernement du Québec, ministère des Transports et de la Mobilité durable, décembre 2024

ISBN 978-2-551-27184-9 (PDF)

ISSN 1926-6316 (imprimé)

ISBN 978-2-551-27183-2 (imprimé)

Dépôt légal – 2024

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Tous droits réservés. La reproduction à des fins commerciales par quelque procédé que ce soit et la traduction, même partielles, sont interdites sans l'autorisation écrite du ministère des Transports et de la Mobilité durable.

Préface

Le *Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation*, édition 2025, contient les principales exigences applicables aux travaux de construction d'infrastructures routières exécutés par un contractant pour le compte du ministère des Transports et de la Mobilité durable.

Cette nouvelle édition du *Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation* s'inscrit dans un processus d'amélioration continue pour répondre aux besoins évolutifs en matière de construction et de réparation d'infrastructures routières.

La collection de documents d'ingénierie du Ministère englobe la majorité des activités données à contrat. J'invite donc le personnel, les prestataires de services du Ministère ainsi que les entrepreneurs à tout mettre en œuvre pour réaliser des travaux conformes aux présentes exigences dans le meilleur intérêt des contribuables québécois.

Frédéric Pellerin, ing., M. Sc.
Sous-ministre adjoint
Sous-ministériat à l'ingénierie
et aux infrastructures

Introduction

Le *Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation*, édition 2025, définit les droits, obligations et responsabilités du ministère des Transports et de la Mobilité durable et de l'entrepreneur dans le cadre d'un contrat de construction d'infrastructures routières attribué conformément au Règlement sur les contrats de travaux de construction des organismes publics.

Ce document fait partie intégrante des contrats de construction, de réparation et de réfection d'infrastructures routières du Ministère. Il comprend trois parties : le «Cahier des charges», les «Devis généraux» et les «Documents de référence». Les clauses s'appliquent lorsque la nature de leurs exigences concerne les travaux, et cela, à moins qu'un addenda ou que les plans et devis modifient la portée de certaines d'entre elles.

Le «Cahier des charges» définit notamment les obligations liées à la gestion et à l'administration d'un contrat, ainsi que les conditions générales d'exécution des travaux.

Les «Devis généraux» décrivent les obligations liées à l'exécution des travaux, notamment les exigences relatives aux matériaux, à l'assurance de la qualité et à la mise en œuvre, de même que les modalités de paiement.

Les «Documents de référence» établissent un lien entre les clauses contractuelles et les cours de formation, ainsi que les versions en vigueur des normes du *Tome VII – Matériaux* de la collection Normes – Ouvrages routiers, et du *Recueil des méthodes d'essai LC* de la Direction générale du laboratoire des chaussées.

L'édition 2025 du *Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation* remplace celle de 2024. Un repère vertical noir a été ajouté en marge du texte ayant été modifié par rapport à celui de l'an dernier, alors qu'un repère horizontal indique un retrait. Lorsqu'un texte a fait l'objet d'un déplacement, un repère vertical grisé a été ajouté en marge du texte. Toutefois, afin d'alléger la lecture du document, les corrections d'erreurs typographiques n'ayant aucune incidence sur la nature et la portée des exigences n'ont pas été signalées par un repère.

Table des matières

PRÉFACE			5	Surveillance des travaux	
INTRODUCTION			5.1	Intervention du surveillant	5-1
PARTIE 1 – CAHIER DES CHARGES			5.2	Intervention des représentants du surveillant	5-1
1 Généralités			5.3	Piquets et repères d'arpentage	5-1
1.1 Définitions	1-1		5.3.1	Implantation par le Ministère	5-1
1.2 Sigles	1-2		5.3.2	Implantation par l'entrepreneur	5-2
1.3 Règles d'écriture et d'arrondissement	1-3		5.3.3	Contrôle quantitatif et qualitatif des ouvrages	5-2
1.3.1 Écriture des unités et des symboles	1-3		5.3.4	Mode de paiement	5-3
1.3.2 Arrondissement des nombres	1-3		5.4	Inspection des travaux	5-3
1.4 Références	1-3		6	Obligations et responsabilités de l'entrepreneur	
2 Soumission et interprétation du contrat			6.1	Cession du contrat et sous-traitants	6-1
2.1 Modification aux lois, règlements et décrets	2-1		6.2	Respect des lois, règlements ou décrets	6-1
2.2 Convention collective ou décret des travailleurs du secteur génie civil et voirie	2-1		6.3	Permis et licences	6-1
2.3 Interprétation des documents du contrat	2-1		6.4	Intervention d'autres autorités publiques	6-1
3 Formation et esprit du contrat			6.5	Maîtrise d'œuvre	6-1
3.1 Garanties et assurance	3-1		6.6	Documents fournis par l'entrepreneur	6-2
3.1.1 Garanties et avis aux créanciers	3-1		6.6.1	Plans fournis par l'entrepreneur	6-2
3.1.2 Responsabilité civile	3-1		6.7	Présence de l'entrepreneur	6-3
3.2 Esprit du contrat	3-1		6.8	Réclamation contre l'entrepreneur	6-3
3.3 Précision des plans et devis	3-1		6.9	Protection de la propriété et réparation des dommages	6-4
3.4 Ouvrages imprévus	3-2		6.10	Responsabilité relative aux ouvrages	6-4
3.5 Variation dans les quantités des ouvrages prévus	3-2		6.11	Utilisation des ouvrages d'art	6-5
3.6 Conditions manifestement différentes	3-2		6.12	Droits réservés	6-6
3.7 Sondages et forages	3-2		6.13	Obstacles dans l'emprise	6-6
4 Assurance de la qualité			6.14	Lois et règlements visant la protection de l'environnement	6-6
4.1 Modes d'assurance de la qualité	4-1		6.15	Communications	6-7
4.1.1 Attestation de conformité	4-1		6.15.1	Communications avec le Ministère	6-7
4.1.2 Certification	4-1		6.15.2	Communications à l'externe	6-7
4.1.3 Homologation	4-1		6.15.3	Activités promotionnelles	6-7
4.1.4 Qualification	4-1		6.16	Confidentialité	6-7
4.1.5 Système qualité conforme à la norme ISO	4-1		6.17	Code de conduite des contractants	6-7
4.1.6 Plan qualité	4-2		7	Exécution des travaux	
4.2 Obligations de l'entrepreneur	4-2		7.1	Autorisation écrite de commencer les travaux	7-1
4.2.1 Mode d'assurance de la qualité	4-2		7.2	Suspension des travaux	7-1
4.2.2 Matériaux	4-2		7.2.1	Suspension de courte durée par l'entrepreneur	7-1
4.2.3 Mise en œuvre	4-2		7.2.2	Suspensions de longue durée ou pour l'hiver par l'entrepreneur	7-1
4.3 Contrôle de réception	4-2				



Table des matières

7.3	Continuité des travaux	7-1	8.9	Ajustement du prix du carburant	8-7
7.4	Santé et sécurité du travail	7-1	8.10	Ajustement du prix de l'acier	8-8
7.4.1	Indemnisation	7-1	8.10.1	Acier d'armature	8-8
7.5	Compétence de la main-d'œuvre	7-2	8.10.2	Acier structural	8-9
7.6	État et capacité du matériel	7-2	9	Résiliation du contrat	
7.7	Transport par camion	7-2	9.1	Résiliation par volonté du ministre	9-1
7.7.1	Transport de matières en vrac	7-2	9.2	Résiliation par consentement mutuel	9-1
7.7.2	Respect des limites de charges des véhicules	7-8	PARTIE 2 – DEVIS GÉNÉRAUX		
7.8	Délais et ordonnancement	7-9	10	Organisation de chantier, locaux de chantier, gestion de la circulation et signalisation	
7.8.1	Intempéries	7-10	10.1	Organisation de chantier	10-1
7.8.2	Défaut de terminer les travaux dans le délai prescrit	7-10	10.1.1	Mise en œuvre	10-1
7.9	Travaux non autorisés	7-11	10.1.2	Mode de paiement	10-1
7.10	Travaux défectueux	7-11	10.2	Locaux de chantier	10-1
7.11	Nettoyage et remise en état des lieux	7-11	10.2.1	Disponibilité des locaux	10-1
7.12	Recours à la caution en cas de défaut de l'entrepreneur	7-11	10.2.2	Mise en œuvre	10-1
7.13	Inspection et réception des travaux	7-12	10.2.3	Mode de paiement	10-2
8	Mesurages, paiements et retenues		10.3	Gestion de la circulation et signalisation	10-2
8.1	Mode de mesurage	8-1	10.3.1	Obligations de l'entrepreneur en matière de gestion de la circulation	10-2
8.1.1	Calcul des volumes	8-1	10.3.2	Documents fournis par l'entrepreneur	10-3
8.1.2	Pesée	8-1	10.3.3	Personnel	10-4
8.2	Prix unitaires ou globaux à forfait	8-1	10.3.4	Mode de paiement	10-4
8.3	Matériaux fournis par le Ministère	8-2	10.3.5	Signalisation des travaux	10-4
8.4	Avenant au contrat	8-2	10.3.6	Véhicules et dispositifs de retenue mobiles	10-5
8.4.1	Prix global à forfait	8-2	10.3.7	Chemin temporaire servant de déviation	10-7
8.4.2	Prix unitaire à forfait	8-2	10.3.8	Pont temporaire	10-8
8.4.3	Prix coûtant majoré	8-2	10.3.9	Glissières pour chantier	10-8
8.4.4	Prix fixés par le Ministère	8-4	10.3.10	Atténuateur d'impact pour chantier	10-10
8.4.5	Changement après la réception avec réserve des travaux	8-5	10.3.11	Marquage temporaire dans une zone de travaux	10-11
8.5	Estimation provisoire et paiement	8-5	10.3.12	Effacement et masquage des lignes de marquage	10-12
8.6	Estimation finale et paiement	8-5	10.3.13	Protection des aires piétonnières	10-12
8.7	Retenues	8-5	11	Terrassements	
8.7.1	Retenues pour défaut de paiement des créanciers	8-5	11.1	Portée des travaux	11-1
8.7.2	Retenues spéciales	8-5	11.2	Déboisement	11-1
8.7.3	Compensation	8-6	11.2.1	Travaux sur les terres forestières du domaine public	11-1
8.8	Procédure de réclamation	8-6	11.2.2	Prévention des incendies de forêt	11-1
8.8.1	Litige pendant les travaux	8-6			
8.8.2	Présentation de la réclamation	8-6			
8.8.3	Analyse de la réclamation	8-7			
8.8.4	Paiement de la réclamation	8-7			

Table des matières

11.2.3	Destination des matériaux	11-1	11.9	Emprunts	11-24
11.2.4	Coupage à ras de terre	11-1	11.9.1	Matériaux d'emprunt	11-24
11.2.5	Arbres isolés	11-2	11.9.2	Mise en œuvre	11-25
11.2.6	Élagage	11-2	11.9.3	Mode de paiement	11-25
11.2.7	Protection des arbres et arbustes	11-2	11.10	Compactage des matériaux	11-25
11.3	Traitement des sols organiques et des sols de faible portance	11-3	11.10.1	Assurance de la qualité – Contrôle de réception	11-25
11.3.1	Traitement par déblai	11-3	11.10.2	Mise en œuvre	11-25
11.3.2	Déplacement par gravité	11-3	11.10.3	Mode de paiement	11-26
11.3.3	Consolidation	11-4	11.11	Préparation et stabilisation de l'infrastructure	11-26
11.4	Déblais	11-6	11.11.1	Préparation de l'infrastructure	11-26
11.4.1	Portée des travaux	11-6	11.11.2	Stabilisation de l'infrastructure à la chaux	11-27
11.4.2	Prédécoupage	11-6	11.11.3	Renforcement de l'infrastructure à l'aide d'un géotextile	11-28
11.4.3	Déblais de première classe	11-8	11.11.4	Essai de portance	11-28
11.4.4	Contrôle des vibrations et du taux de monoxyde de carbone générés par les travaux à l'explosif	11-11	11.12	Nettoyage et régalaie finals	11-29
11.4.5	Déblais de deuxième classe	11-11	11.12.1	Mise en œuvre	11-29
11.4.6	Excavation sans tranchée	11-13	11.12.2	Mode de paiement	11-29
11.4.7	Transition	11-14	11.13	Entrées privées	11-30
11.4.8	Rebuts	11-15	11.13.1	Matériaux	11-30
11.4.9	Renaturalisation d'une chaussée abandonnée	11-16	11.13.2	Assurance de la qualité	11-30
11.4.10	Traits de scie	11-16	11.13.3	Mise en œuvre	11-30
11.5	Fossés de décharge, nettoyage et imperméabilisation de fossés	11-16	11.13.4	Mode de paiement	11-30
11.5.1	Fossés de décharge	11-16	11.14	Fourniture des matériaux de carrière ou de sablière	11-30
11.5.2	Nettoyage de fossés	11-17	11.14.1	Réglementation	11-30
11.5.3	Imperméabilisation de fossés	11-17	11.14.2	Mise en œuvre	11-30
11.6	Remblais	11-18	11.14.3	Mode de paiement	11-32
11.6.1	Matériaux	11-18	12	Fondations de chaussée	
11.6.2	Assurance de la qualité	11-19	12.1	Portée des travaux	12-1
11.6.3	Mise en œuvre	11-19	12.1.1	Travaux de fondations de chaussée	12-1
11.6.4	Mode de paiement	11-21	12.1.2	Fourniture des matériaux granulaires	12-1
11.7	Infrastructure améliorée	11-21	12.1.3	Transport des matériaux	12-1
11.7.1	Matériaux	11-21	12.2	Sous-fondation de chaussée	12-1
11.7.2	Assurance de la qualité	11-21	12.2.1	Matériaux	12-1
11.7.3	Mise en œuvre	11-22	12.2.2	Assurance de la qualité	12-2
11.7.4	Mode de paiement	11-23	12.2.3	Mise en œuvre	12-4
11.8	Remblai léger	11-23	12.2.4	Contrôle de réception	12-5
11.8.1	Matériaux	11-23	12.2.5	Mode de paiement	12-8
11.8.2	Assurance de la qualité	11-23	12.3	Fondation de chaussée	12-8
11.8.3	Mise en œuvre	11-23	12.3.1	Matériaux	12-8
11.8.4	Mode de paiement	11-24	12.3.2	Assurance de la qualité	12-9



Table des matières

12.3.3	Mise en œuvre	12-11	13.3.2	Assurance de la qualité	13-7
12.3.4	Contrôle de réception	12-12	13.3.3	Matériel	13-12
12.3.5	Mode de paiement	12-14	13.3.4	Mise en œuvre	13-14
12.4	Traitement contre la poussière	12-15	13.3.5	Mode de paiement	13-17
12.4.1	Matériaux	12-15	13.4	Rechargement et mise en forme des accotements en matériaux granulaires après la pose d'enrobé	13-19
12.4.2	Mise en œuvre	12-15	13.4.1	Matériaux	13-19
12.4.3	Mode de paiement	12-15	13.4.2	Assurance de la qualité	13-19
12.5	Entretien de chaussée à surface granulaire	12-15	13.4.3	Mise en œuvre	13-20
12.5.1	Mise en œuvre	12-15	13.4.4	Mode de paiement	13-20
12.5.2	Mode de paiement	12-16	14	Revêtement de chaussée en béton	
12.6	Isolation de chaussée	12-16	14.1	Préparation de la surface	14-1
12.6.1	Matériaux	12-16	14.1.1	Matériaux	14-1
12.6.2	Assurance de la qualité	12-16	14.1.2	Mise en œuvre	14-1
12.6.3	Mise en œuvre	12-16	14.1.3	Contrôle de réception	14-1
12.6.4	Contrôle de réception	12-17	14.1.4	Mode de paiement	14-1
12.6.5	Mode de paiement	12-17	14.2	Construction du revêtement de chaussée en béton	14-2
12.7	Géotextiles	12-17	14.2.1	Matériaux	14-2
12.7.1	Matériaux	12-17	14.2.2	Assurance de la qualité	14-2
12.7.2	Assurance de la qualité	12-17	14.2.3	Matériel	14-14
12.7.3	Mise en œuvre	12-17	14.2.4	Mise en œuvre	14-15
12.7.4	Mode de paiement	12-18	14.2.5	Mode de paiement	14-19
12.8	Éléments de drainage	12-18	14.3	Colmatage des joints	14-20
12.8.1	Conduites	12-18	14.3.1	Portée des travaux	14-20
12.8.2	Drains souterrains filtrants	12-19	14.3.2	Matériaux	14-20
12.8.3	Regards, puisards, chambres de vannes et accessoires	12-21	14.3.3	Assurance de la qualité	14-21
12.8.4	Enrochements	12-22	14.3.4	Matériel	14-22
13	Revêtement de chaussée en enrobé		14.3.5	Mise en œuvre	14-23
13.1	Préparation de la surface	13-1	14.3.6	Mode de paiement	14-24
13.1.1	Matériaux	13-1	14.4	Réparation du revêtement de chaussée en béton	14-25
13.1.2	Matériel	13-1	14.4.1	Matériaux	14-25
13.1.3	Mise en œuvre	13-1	14.4.2	Assurance de la qualité	14-25
13.1.4	Contrôle de réception	13-2	14.4.3	Matériel	14-25
13.1.5	Mode de paiement	13-3	14.4.4	Mise en œuvre	14-25
13.2	Liant d'imprégnation ou d'accrochage	13-3	14.4.5	Mode de paiement	14-27
13.2.1	Matériaux	13-4	15	Ouvrages d'art	
13.2.2	Assurance de la qualité	13-4	15.1	Démolition des ouvrages existants	15-1
13.2.3	Matériel	13-5	15.1.1	Matériel	15-1
13.2.4	Mise en œuvre	13-5	15.1.2	Mise en œuvre	15-3
13.2.5	Mode de paiement	13-6	15.1.3	Mode de paiement	15-6
13.3	Enrobé préparé et posé à chaud	13-6			
13.3.1	Matériaux	13-7			

Table des matières

15.2	Fondations	15-6	15.8.7	Modification ou réparation d'ouvrages existants	15-102
15.2.1	Documents requis	15-6	15.8.8	Mode de paiement	15-102
15.2.2	Exigences de conception	15-6	15.9	Équipements	15-102
15.2.3	Matériaux	15-6	15.9.1	Appareils d'appui	15-102
15.2.4	Assurance de la qualité	15-7	15.9.2	Joints de tablier	15-105
15.2.5	Mise en œuvre	15-7	15.9.3	Dispositifs de retenue en acier	15-107
15.2.6	Mode de paiement	15-11	15.9.4	Drains en acier	15-107
15.3	Pieux	15-11	15.9.5	Mode de paiement	15-107
15.3.1	Documents requis	15-11	15.10	Membrane d'étanchéité	15-108
15.3.2	Exigences de conception et de fabrication	15-12	15.10.1	Matériaux	15-109
15.3.3	Matériaux	15-12	15.10.2	Assurance de la qualité	15-109
15.3.4	Assurance de la qualité	15-12	15.10.3	Membrane d'étanchéité pour dalle	15-109
15.3.5	Mise en œuvre	15-12	15.10.4	Membrane d'étanchéité pour joints	15-113
15.3.6	Mode de paiement	15-16	15.10.5	Mode de paiement	15-113
15.4	Ouvrages en béton	15-17	15.11	Revêtement en enrobé	15-114
15.4.1	Matériaux	15-17	15.11.1	Matériaux	15-114
15.4.2	Assurance de la qualité	15-18	15.11.2	Assurance de la qualité	15-114
15.4.3	Mise en œuvre	15-26	15.11.3	Mise en œuvre	15-114
15.4.4	Mode de paiement	15-51	15.11.4	Mode de paiement	15-119
15.5	Ouvrages en béton préfabriqués	15-55	15.12	Murs de soutènement homologués	15-120
15.5.1	Matériaux	15-56	15.12.1	Documents requis	15-120
15.5.2	Assurance de la qualité	15-56	15.12.2	Exigences de conception	15-120
15.5.3	Mise en œuvre	15-62	15.12.3	Matériaux	15-121
15.5.4	Mode de paiement	15-73	15.12.4	Assurance de la qualité	15-122
15.6	Béton projeté	15-73	15.12.5	Mise en œuvre	15-123
15.6.1	Matériaux	15-73	15.12.6	Mode de paiement	15-125
15.6.2	Assurance de la qualité	15-73	15.13	Ponceaux préfabriqués	15-125
15.6.3	Mise en œuvre	15-76	15.13.1	Documents requis	15-125
15.6.4	Mode de paiement	15-78	15.13.2	Exigences de conception	15-125
15.7	Précontrainte	15-79	15.13.3	Matériaux	15-126
15.7.1	Matériaux	15-79	15.13.4	Assurance de la qualité	15-127
15.7.2	Assurance de la qualité	15-79	15.13.5	Mise en œuvre	15-128
15.7.3	Béton précontraint en place	15-80	15.13.6	Mode de paiement	15-129
15.7.4	Béton précontraint préfabriqué	15-84	15.14	Galvanisation, métallisation et peinture	15-130
15.7.5	Mode de paiement	15-86	15.14.1	Mesures de protection environnementale pour travaux de métallisation ou de peinture en chantier	15-130
15.8	Ouvrages en acier et en aluminium	15-86	15.14.2	Galvanisation	15-131
15.8.1	Documents requis	15-86	15.14.3	Métallisation	15-133
15.8.2	Exigences de conception	15-88	15.14.4	Peinture des surfaces d'acier	15-136
15.8.3	Matériaux	15-89			
15.8.4	Assurance de la qualité	15-90			
15.8.5	Fabrication	15-92			
15.8.6	Manutention, transport et montage	15-98			



Table des matières

15.15	Ouvrages en bois	15-141	16.8	Vérifications électrotechniques et mise en service	16-17
15.15.1	Documents requis	15-141	16.8.1	Vérifications électriques effectuées par l'entrepreneur	16-17
15.15.2	Matériaux	15-141	16.8.2	Mise en service	16-17
15.15.3	Assurance de la qualité	15-141	16.8.3	Vérifications électrotechniques pour l'acceptation finale des travaux	16-17
15.15.4	Mise en œuvre	15-142	16.8.4	Mode de paiement	16-18
15.15.5	Mode de paiement	15-143	16.8.5	Réception de l'ouvrage	16-18
15.16	Dispositions diverses	15-143	17	Signalisation horizontale	
15.16.1	Équipement d'accès motorisé	15-144	17.1	Prémarquage de chaussée	17-1
15.16.2	Mode de paiement	15-144	17.1.1	Matériaux	17-1
16	Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques		17.1.2	Mise en œuvre	17-1
16.1	Conformité des ouvrages	16-1	17.1.3	Mode de paiement	17-2
16.2	Conditions préalables	16-1	17.2	Marquage de chaussée	17-2
16.3	Éléments de fondation	16-1	17.2.1	Documents fournis par l'entrepreneur	17-2
16.3.1	Massif de fondation ou massif d'ancrage	16-1	17.2.2	Matériaux	17-2
16.3.2	Tumulus	16-2	17.2.3	Assurance de la qualité	17-3
16.3.3	Traitement de surface autour d'un massif de fondation	16-2	17.2.4	Mise en œuvre	17-3
16.4	Structures d'équipement routier	16-3	17.2.5	Contrôle des exigences de rétroreflexion à la pose	17-6
16.4.1	Portée des travaux	16-3	17.2.6	Mode de paiement	17-6
16.4.2	Conformité de l'ouvrage	16-4	17.2.7	Garantie d'entretien	17-7
16.4.3	Matériaux	16-4	18	Éléments de sécurité	
16.4.4	Assurance de la qualité	16-4	18.1	Trottoirs, bordures, musoirs et caniveaux coulés en place	18-1
16.4.5	Mise en œuvre	16-5	18.1.1	Matériaux	18-1
16.4.6	Mode de paiement	16-6	18.1.2	Assurance de la qualité	18-1
16.5	Panneaux de signalisation	16-7	18.1.3	Mise en œuvre	18-1
16.5.1	Matériaux	16-7	18.1.4	Mode de paiement	18-2
16.5.2	Mise en œuvre	16-7	18.2	Bordures et caniveaux moulés en place	18-2
16.5.3	Mode de paiement	16-7	18.2.1	Matériaux	18-2
16.6	Électricité	16-8	18.2.2	Assurance de la qualité	18-3
16.6.1	Portée des travaux	16-8	18.2.3	Mise en œuvre	18-3
16.6.2	Matériaux	16-8	18.2.4	Mode de paiement	18-4
16.6.3	Excavation et remblayage de tranchées	16-8	18.3	Bordures, musoirs et caniveaux préfabriqués en béton	18-4
16.6.4	Gaines	16-9	18.3.1	Matériaux	18-4
16.6.5	Conduit électrique	16-9	18.3.2	Assurance de la qualité	18-4
16.6.6	Tirage et jonction	16-10	18.3.3	Mise en œuvre	18-4
16.6.7	Câble électrique	16-10	18.3.4	Mode de paiement	18-4
16.6.8	Boucle de détection préfabriquée	16-11	18.4	Bordures et musoirs en granit	18-5
16.6.9	Alimentation électrique	16-11	18.4.1	Matériaux	18-5
16.6.10	Distribution et contrôle électrique	16-12	18.4.2	Assurance de la qualité – Contrôle de réception	18-5
16.7	Systèmes électrotechniques	16-13			
16.7.1	Systèmes de signaux lumineux	16-13			
16.7.2	Système d'éclairage	16-14			
16.7.3	Autres systèmes électrotechniques	16-16			

Table des matières

18.4.3	Mise en œuvre	18-5	19.3	Engazonnement	19-1
18.4.4	Mode de paiement	18-5	19.3.1	Assurance de la qualité – Attestation de conformité	19-1
18.5	Glissières semi-rigides	18-5	19.3.2	Documents requis préalablement à la livraison	19-1
18.5.1	Matériaux	18-5	19.3.3	Documents requis au moment de la livraison	19-2
18.5.2	Assurance de la qualité	18-6	19.3.4	Préparation de la surface à engazonner	19-2
18.5.3	Mise en œuvre	18-7	19.3.5	Pose de la terre végétale	19-2
18.5.4	Mode de paiement	18-9	19.3.6	Engazonnement par ensemencement mécanique ou hydraulique	19-2
18.6	Glissières rigides en béton	18-11	19.3.7	Engazonnement au moyen de plaques de gazon	19-4
18.6.1	Matériaux	18-11	19.3.8	Protection et entretien des surfaces engazonnées	19-5
18.6.2	Assurance de la qualité	18-11	19.3.9	Réception des travaux d'engazonnement	19-5
18.6.3	Mise en œuvre	18-12	19.3.10	Mode de paiement	19-6
18.6.4	Mode de paiement	18-13	19.4	Plantation d'arbres, d'arbustes, de plantes grimpantes et de vivaces	19-6
18.7	Dispositifs d'extrémité de glissière semi-rigide	18-13	19.4.1	Commande des plantes	19-6
18.7.1	Matériaux	18-13	19.4.2	Assurance de la qualité – Attestation de conformité	19-6
18.7.2	Assurance de la qualité	18-14	19.4.3	Documents requis préalablement à la livraison	19-7
18.7.3	Mise en œuvre	18-14	19.4.4	Documents requis au moment de la livraison	19-7
18.7.4	Mode de paiement	18-14	19.4.5	Périodes de plantation	19-7
18.8	Atténuateurs d'impact	18-15	19.4.6	Transport et mise en réserve	19-7
18.8.1	Matériaux	18-15	19.4.7	Mise en œuvre	19-8
18.8.2	Assurance de la qualité	18-15	19.4.8	Protection et entretien des plantes	19-9
18.8.3	Mise en œuvre	18-15	19.4.9	Réception des travaux de plantation	19-10
18.8.4	Mode de paiement	18-16	19.4.10	Mode de paiement	19-10
18.9	Enlèvement et récupération de glissières flexibles, de glissières semi-rigides, de dispositifs d'extrémité et d'atténuateurs d'impact	18-16	19.5	Plantation de jeunes plants en multicellules	19-10
18.9.1	Mise en œuvre	18-16	19.5.1	Commande des jeunes plants en multicellules	19-10
18.9.2	Mode de paiement	18-16	19.5.2	Documents requis au moment de la livraison	19-10
18.10	Démolition de glissières rigides et de dalles	18-17	19.5.3	Période de plantation	19-10
18.10.1	Mise en œuvre	18-17	19.5.4	Transport et mise en réserve	19-10
18.10.2	Mode de paiement	18-17	19.5.5	Mise en œuvre	19-11
18.11	Clôtures et barrières	18-17	19.5.6	Entretien	19-11
18.11.1	Matériaux	18-17	19.5.7	Réception des travaux de plantation	19-11
18.11.2	Assurance de la qualité	18-17	19.5.8	Mode de paiement	19-11
18.11.3	Contrôle de réception	18-17			
18.11.4	Mise en œuvre	18-17			
18.11.5	Mode de paiement	18-17			
19	Aménagement paysager				
19.1	Portée des travaux	19-1			
19.2	Matériaux	19-1			

Table des matières

20	Protection de l'environnement		Liste des tableaux	
20.1	Installations de chantier	20-1	Tableau 19-1	
20.1.1	Portée des travaux	20-1	Quantité d'engrais soluble à appliquer aux	
20.1.2	Mise en œuvre	20-1	végétaux ligneux et aux plantes vivaces	19-11
20.2	Machinerie et équipement divers	20-1		
20.2.1	Portée des travaux	20-1		
20.2.2	Matériel	20-1		
20.2.3	Mise en œuvre	20-2		
20.2.4	Mode de paiement	20-2		
20.3	Protection des milieux humides et hydriques	20-2		
20.3.1	Portée des travaux	20-2		
20.3.2	Matériel	20-2		
20.3.3	Mise en œuvre	20-3		
20.3.4	Mode de paiement	20-4		
20.4	Prévention de l'érosion et contrôle des sédiments	20-4		
20.4.1	Portée des travaux	20-4		
20.4.2	Mise en œuvre	20-4		
20.4.3	Mode de paiement	20-6		
PARTIE 3 – DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE				
	Liste des documents de référence et des cours de formation	RF-1		
	Liste des normes du Ministère	NM-1		
	Liste des méthodes d'essai du Ministère	ME-1		



PARTIE 1

CAHIER

DES CHARGES



1 | Généralités

1

1.1 DÉFINITIONS

Les définitions du lexique contenues dans la version électronique de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère, diffusée par Les Publications du Québec, s'appliquent au présent contrat.

À moins que le contexte n'indique un sens différent, on entend par :

ADDENDA

Acte modifiant les documents d'appel d'offres avant l'ouverture des soumissions.

ANNEXE

Acte modifiant le contrat dont conviennent le ministre et l'entrepreneur au moment de la signature.

ASSURANCE DE LA QUALITÉ

Ensemble des activités préétablies et systématiques mises en œuvre afin de donner confiance en la conformité des matériaux et des ouvrages aux exigences des plans et devis.

ATTESTATION DE CONFORMITÉ

Document comportant l'information attestant qu'un matériau a été vérifié et est conforme aux exigences des plans et devis. L'attestation de conformité n'affecte pas les garanties de qualité des matériaux.

AUDIT

Examen méthodique en vue de déterminer si les activités et les résultats relatifs à la qualité satisfont aux dispositions préétablies et si ces dispositions sont mises en œuvre de façon effective et peuvent permettre d'atteindre les objectifs.

AVENANT

Acte modifiant l'objet, les clauses ou les conditions du contrat après sa signature.

BORDEREAU

Document contenant les estimations des quantités et les prix des ouvrages à exécuter.

CAHIER DE CLAUSES GÉNÉRALES

Document contenant les ajouts et les modifications au *Cahier des charges et devis généraux*.

CERTIFICAT D'ENREGISTREMENT CONFORME À LA NORME ISO

Document délivré par un registraire accrédité par le Conseil canadien des normes ou par un organisme d'accréditation reconnu par celui-ci. Le libellé du certificat d'enregistrement doit attester que le fournisseur d'un matériau ou le prestataire de services détient un système qualité conforme à la norme ISO et associé aux travaux à réaliser selon les plans et devis.

CERTIFICATION

Procédure par laquelle un organisme de certification délivre un certificat concernant un matériau ou un service démontrant la conformité aux exigences spécifiées.

CHANTIER

Emplacement où sont exécutés les travaux, ainsi que les environs immédiats utilisés pour les installations temporaires ou pour les dépôts de matériaux et de matériel.

CONTRÔLE INTERNE

Contrôle exercé par l'entrepreneur afin de s'assurer de la conformité de ses travaux aux exigences contractuelles.

DÉFECTUOSITÉ

Ouvrage ou partie d'ouvrage qui n'est pas conforme aux exigences contractuelles ou dont la réalisation ne s'est pas effectuée selon les usages et les règles de l'art, ou encore qui n'est pas en état de servir à l'usage auquel il est destiné.

DEVIS

Ensemble de documents constitués notamment du *Cahier des charges et devis généraux*, du *Cahier de clauses générales*, du devis spécial, du bordereau et des addendas.

DEVIS GÉNÉRAUX

Partie du devis décrivant de façon générale les spécifications, la mise en œuvre et l'assurance de la qualité des matériaux, de même que les modes de mesurage et de paiement des ouvrages.

DEVIS SPÉCIAL

Partie du devis décrivant de façon spécifique la localisation, l'énumération et la dimension des ouvrages à exécuter ainsi que les conditions propres à un contrat. Le devis spécial peut comporter plusieurs parties : l'une constituée de clauses particulières et administratives, les autres de clauses techniques et descriptives.

ESSAI

Opération par laquelle on s'assure de la conformité d'un ouvrage ou d'un matériau aux exigences contractuelles.

HOMOLOGATION

Processus précontractuel par lequel le Ministère reconnaît la conformité d'un matériau ou d'un produit à des exigences préalablement établies.

INGÉNIEUR

Un membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec.



1 | Généralités

1

LABORATOIRE ENREGISTRÉ

Laboratoire titulaire d'un certificat d'enregistrement conforme à la norme ISO, dont la portée couvre la prestation d'essais.

LABORATOIRE INDÉPENDANT

Laboratoire enregistré n'ayant aucun lien contractuel avec l'entrepreneur ou le Ministère dans le contexte du contrat.

LABORATOIRE RECONNU

Laboratoire reconnu spécifiquement par le surveillant pour réaliser les essais mentionnés au contrat.

MISE EN ŒUVRE

Action de l'entrepreneur assurant l'exécution des travaux. La mise en œuvre comprend la fourniture des matériaux, du matériel, de la main-d'œuvre et des ouvrages temporaires nécessaires pour réaliser les ouvrages indiqués aux plans et devis.

NOTIFICATION

Procédure par laquelle une personne porte à la connaissance d'une autre personne un document. La notification peut être faite par tout mode approprié, permettant à celui qui notifie de se constituer une preuve de la remise, de l'envoi ou de la transmission du document. Elle peut notamment être faite par huissier, par la poste ou par un moyen technologique (par exemple l'envoi d'un courriel).

OBSERVATION

Document remis par le Ministère à l'entrepreneur dans le but de lui signaler une non-conformité potentielle ou réelle.

PLAN QUALITÉ

Document énonçant les pratiques, les moyens et la séquence des activités liés à la qualité et spécifiques à un produit, un contrat ou un projet.

PLANS ET DEVIS

Ensemble des documents qui se rapportent à un ouvrage donné. L'ensemble comprend aussi les modifications apportées au cours des travaux et les plans supplémentaires jugés nécessaires pour la compréhension et l'interprétation du contrat ainsi que pour l'exécution des travaux additionnels.

PONT TEMPORAIRE

Pont utilisé, en tout ou en partie, pour la circulation des usagers de la route au cours des travaux.

QUALIFICATION

Procédure par laquelle un organisme de qualification délivre un certificat attestant qu'une personne possède la compétence nécessaire afin d'exercer son activité pour la réalisation d'un ouvrage.

RÉCLAMATION

Toute demande, faite par l'entrepreneur, de compensation financière relative à un contrat pouvant impliquer la responsabilité contractuelle du Ministère.

REQUÊTE D'ACTION CORRECTIVE

Document remis par le Ministère à l'entrepreneur et visant à corriger des non-conformités liées au non-respect du plan qualité ou du système qualité conforme à la norme ISO.

RESPONSABLE DU SYSTÈME QUALITÉ CONFORME À LA NORME ISO

Personne responsable du bon fonctionnement du système qualité conforme à la norme ISO de l'entreprise et qualifiée pour assurer la mise à jour des procédures de ce système qualité.

SYSTÈME QUALITÉ CONFORME À LA NORME ISO

Ensemble de l'organisation, des procédures et des moyens nécessaires pour mettre en œuvre le management de la qualité.

1.2 SIGLES

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute
APWA	American Public Works Association
ASTM	American Society for Testing and Materials
ASME	American Society of Mechanical Engineers
AWS	American Welding Society
CSA	Association canadienne de normalisation (Canadian Standards Association)
AMPP	Association for Materials Protection and Performance
BNQ	Bureau de normalisation du Québec
CCDG	Cahier des charges et devis généraux
CCG	Cahier de clauses générales
CTQ	Commission des transports du Québec

1 | Généralités

1

NLGA	Commission nationale de classification des sciages (National Lumber Grades Authority)
ISO	International Standards Organization
LC	Laboratoire des chaussées du ministère des Transports et de la Mobilité durable
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MRNF	Ministère des Ressources naturelles et des Forêts
NACE	National Association of Corrosion Engineers
ONGC (CGSB)	Office des normes générales du Canada (Canadian General Standards Board)
RLRQ	<i>Recueil des lois et des règlements du Québec</i>
SSPC	Society for Protective Coatings
SPAN	Système de classification des produits de l'Amérique du Nord

1.3 RÈGLES D'ÉCRITURE ET D'ARRONDISSEMENT

1.3.1 ÉCRITURE DES UNITÉS ET DES SYMBOLES

L'écriture des unités et des symboles est conforme à la norme CAN/CSA Z234.1 « Guide de familiarisation au système métrique ».

Pour indiquer une multiplication d'unités, un point (•) entre les représentations des symboles d'unité (combinés ou non avec un préfixe) est utilisé.

Pour indiquer la division des symboles d'unité, le numérateur et le dénominateur sont séparés par une barre oblique (/).

1.3.2 ARRONDISSEMENT DES NOMBRES

D'une manière générale, l'arrondissement des nombres est fait selon la méthode d'essai LC 26-950 « Nombres – Règles d'arrondissement » du Ministère.

1.3.2.1 Arrondissement des quantités

Sur le bordereau de soumission, la quantité prévue est généralement inscrite :

- sans aucune décimale, lorsque le prix unitaire d'un ouvrage est évalué à moins de 100\$/unité;
- sans dépasser une décimale, lorsque le prix unitaire d'un ouvrage est évalué à plus de 100\$/unité.

Sur l'estimation, la quantité d'ouvrages exécutés est généralement inscrite :

- sans aucune décimale, lorsque le prix unitaire d'un ouvrage est inférieur à 10\$/unité;
- sans dépasser une décimale, lorsque le prix unitaire d'un ouvrage se situe entre 10\$ et 100\$/unité;
- sans dépasser deux décimales, lorsque le prix unitaire d'un ouvrage est supérieur à 100\$/unité;
- à deux décimales et non en pourcentage (p. ex. : 0,35 et non 35 %), lorsque le Ministère paie une portion d'ouvrage exécuté à prix global.

1.3.2.2 Arrondissement du coût d'ouvrage

Sur l'estimation, le produit (quantité × prix unitaire) ou le montant global est indiqué à deux décimales.

1.4 RÉFÉRENCES

Toute référence à quelque texte que ce soit (lois, règlements, etc.) constitue un renvoi au texte tel qu'il existe au moment de l'ouverture de la soumission.

Malgré le premier alinéa, toute référence à une norme constitue un renvoi à la norme telle qu'elle existait au moment de la publication de l'appel d'offres ou de l'invitation à soumissionner, à l'exception toutefois de celles mentionnées à la « Liste des normes et méthodes du Ministère » dans les documents contractuels, dont la date est spécifiée à la même liste.

2 | Soumission et interprétation du contrat

2

2.1 MODIFICATION AUX LOIS, RÉGLEMENTS ET DÉCRETS

Le contrat est régi par le droit applicable au Québec et, en cas de contestation, les tribunaux du Québec sont les seuls compétents.

Sous réserve de l'article «Convention collective ou décret des travailleurs du secteur génie civil et voirie» et de l'article sur l'ajustement des tarifs de la sous-section «Transport de matières en vrac», la présentation d'une soumission équivaut à une déclaration de l'entrepreneur qu'il n'a droit à aucune action en dommages ou autre, en remboursement des excédents de salaires ou de dépenses qu'il doit payer ou effectuer à cause de modifications apportées aux lois, règlements et décrets après la présentation de la soumission ou à la suite d'une décision d'un tribunal judiciaire ou administratif.

2.2 CONVENTION COLLECTIVE OU DÉCRET DES TRAVAILLEURS DU SECTEUR GÉNIE CIVIL ET VOIRIE

Après la date de la publication de l'appel d'offres, une nouvelle convention collective du secteur génie civil et voirie peut être déposée auprès du ministre du Travail ou un décret peut être adopté par le gouvernement. Si la date d'application se situe avant l'expiration de l'échéancier stipulé dans le contrat et que cela augmente le coût de la main-d'œuvre, le Ministère rembourse à l'entrepreneur un montant en fonction de ces augmentations, pour la main-d'œuvre payée selon ladite convention collective.

Cependant, le Ministère ne supporte aucune augmentation du coût du contrat provenant des travaux exécutés en dehors des heures régulières prévues dans cette convention collective.

Si, dans les mêmes circonstances, les taux des salaires sont diminués, le Ministère déduit un montant en fonction de ces diminutions de toute somme due ou qui sera due à l'entrepreneur.

Pour les travaux auxquels le présent article s'applique, les coûts sont corrigés d'un pourcentage déterminé par le Ministère, compte tenu de l'augmentation ou de la diminution négociée ou décrétée, de la date d'ouverture des soumissions, de la nature des travaux et des périodes d'exécution.

Si les travaux se prolongent au-delà de la date prévue de fin de travaux, le pourcentage reste celui qui est en vigueur à la date d'ouverture des soumissions jusqu'à la fin réelle des travaux. Si le retard est attribuable au Ministère et que, par avenant au contrat, un nouveau délai est accordé à l'entrepreneur, le pourcentage de remboursement ou de retenue de la période visée d'exécution des travaux est appliqué.

L'entrepreneur doit soumettre la preuve qu'il y a eu entente avec ses sous-traitants sur une répartition des montants visés avant que le Ministère n'en effectue le paiement à l'entrepreneur.

2.3 INTERPRÉTATION DES DOCUMENTS DU CONTRAT

Toutes les clauses du *Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation* s'appliquent dans le contexte du contrat, ceci dans la mesure où la nature des exigences concerne les travaux à exécuter selon les plans et devis. L'existence d'une clause en assure la portée; aucune référence spécifique n'est nécessaire à l'intérieur d'une clause donnée pour assurer la portée d'une autre. Les références n'ont pour but que de préciser certaines exigences dans les cas de contradiction, de divergence ou de confusion possible.

Certaines exigences générales énoncées dans le «Cahier des charges» peuvent être complétées par des exigences particulières propres aux travaux rapportés dans les plans et devis. Si des stipulations concernant les détails des travaux ou la qualité des matériaux semblent présenter des lacunes, des omissions ou des contradictions, l'esprit du contrat exige que la qualité des matériaux et leur mise en œuvre soient conformes à la pratique acceptée pour des travaux similaires.

Le contrat ne devient pas nul malgré les corrections qui peuvent être apportées aux plans et devis dans les cas d'ambiguïté, d'omission, de contradiction, de vice de forme, d'erreur ou de toute autre irrégularité.

Les mesures et les sondages sont ponctuels, et l'estimation des quantités inscrites dans les bordereaux est approximative.

Pour le paiement, ce sont les quantités d'ouvrages exécutés selon les plans et devis qui prévalent.

2 | Soumission et interprétation du contrat

2

En cas de contradiction ou de divergence, les parties conviennent de l'ordre de priorité suivant :

- les addendas priment les bordereaux;
- les bordereaux priment les plans et devis;
- les cotes priment les mesures à l'échelle;
- les dessins normalisés et les plans de détail priment les plans d'ensemble;
- les plans priment les devis;
- le devis spécial prime le *Cahier de clauses générales*. Si le devis spécial comporte plusieurs parties, la partie des clauses particulières et administratives prime les parties des clauses techniques et descriptives. Aussi, les clauses techniques priment les clauses descriptives;
- les clauses spécifiques priment les clauses générales;
- le *Cahier de clauses générales* prime le *Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation*;
- le *Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation* prime les normes citées dans l'un ou l'autre des documents du présent contrat.

Les *Instructions aux entrepreneurs*, incluses dans le dossier d'appel d'offres par le Ministère, font partie intégrante de la soumission présentée et priment tout autre document du contrat.



3 | Formation et esprit du contrat

3.1 GARANTIES ET ASSURANCE

3.1.1 GARANTIES ET AVIS AUX CRÉANCIERS

Si des défauts, omissions ou malfaçons sont signalées à l'entrepreneur et qu'il refuse d'y remédier ou qu'il néglige de le faire, le Ministère peut utiliser la garantie d'exécution pour faire exécuter, comme il l'entend, les travaux complémentaires ordonnés ou pour obtenir une compensation des défauts, omissions ou malfaçons constatées.

Si l'entrepreneur omet ou néglige de respecter ses obligations pour gages, matériaux et services, le Ministère peut utiliser la garantie des obligations de l'entrepreneur pour gages, matériaux et services pour remédier, comme il l'entend, aux omissions ou négligences constatées.

À compter du début des travaux et pendant toute la durée de ceux-ci, l'entrepreneur doit maintenir affiché, en un endroit bien en vue sur le chantier, l'«Avis aux créanciers», transmis par le Ministère avec l'autorisation de commencer les travaux. De plus, l'entrepreneur doit transmettre cet avis aux personnes visées dès le début de leur implication dans les travaux du contrat. Sur demande du Ministère, l'entrepreneur doit fournir une preuve que l'avis a été transmis à ces derniers.

3.1.2 RESPONSABILITÉ CIVILE

L'entrepreneur s'engage à maintenir en vigueur, jusqu'à la réception sans réserve des travaux, la police d'assurance responsabilité civile qu'il détient. Cette police doit avoir une limite d'indemnité unique d'au moins 1 000 000 \$ couvrant les dommages corporels (y compris la mort en résultant) et matériels (y compris la perte d'usage) sur base d'événement et couvrant :

- a) le risque relatif aux lieux et activités;
- b) le préjudice personnel;
- c) la responsabilité automobile indirecte;
- d) la responsabilité civile contingente des patrons;
- e) l'avenant d'extension du terme *assuré* aux employés de l'assuré désigné.

L'entrepreneur doit fournir sans délai tout préavis de résiliation, d'annulation ou de modification de couverture de la police d'assurance responsabilité civile au Ministère ainsi qu'une copie de la nouvelle police ou de ses amendements, selon le cas.

Si un montant de déduction ou de franchise apparaît dans la police, il doit être prévu que la franchise est à la charge de l'entrepreneur.

3.2 ESPRIT DU CONTRAT

Le but du contrat est d'assurer la meilleure exécution possible des travaux que l'entrepreneur s'engage à réaliser selon les usages, les règles de l'art et la pratique acceptée pour des travaux similaires, selon les plans et devis et les clauses du contrat. Pour ces travaux, l'entrepreneur accepte comme paiement complet, à gain ou à perte, les prix unitaires et globaux à forfait mentionnés sur le bordereau, y compris les prix stipulés par le Ministère.

Le Ministère peut autoriser toute modification aux plans et devis et aux clauses contractuelles que les circonstances peuvent rendre nécessaire.

L'entrepreneur doit fournir tout ce qui est nécessaire à l'exécution des travaux : main-d'œuvre, matériaux et matériels requis pour l'exécution parfaite des travaux, selon les plans et devis et les modalités du contrat, et cela, dans les limites de temps stipulées dans le contrat. Il doit aussi construire les ponts et ponceaux temporaires, ouvrir et aménager les passages et chemins temporaires, installer un système de signalisation de travaux et tous les éléments de sécurité appropriés à chaque phase de la construction et entretenir tous ces ouvrages.

À moins d'indications contraires dans les plans et devis ou d'une mention dans le bordereau, rien de tout ce que le présent article mentionne ou implique comme obligations de l'entrepreneur n'est payé directement; les dépenses occasionnées à l'entrepreneur du fait des obligations énumérées précédemment sont couvertes par les prix à forfait du contrat.

Les parties s'engagent à collaborer au bon déroulement des travaux et à déléguer aux réunions de chantier un représentant responsable, autorisé à donner et à recevoir des avis et habilité à prendre des décisions, ainsi que toute autre personne qualifiée susceptible d'apporter des solutions aux problèmes particuliers pouvant se présenter.

3.3 PRÉCISION DES PLANS ET DEVIS

Lorsque les plans et devis ou les bordereaux prescrivent des travaux pour lesquels il n'y a pas de stipulations, ces dernières sont données au moyen d'instructions écrites fournies par le Ministère.



3 | Formation et esprit du contrat

3

Si les stipulations des plans et devis sont incomplètes et insuffisantes et qu'elles ne conviennent pas pour certains travaux mentionnés, elles sont complétées ou précisées par des instructions écrites du Ministère.

Lorsque les plans et devis contiennent des indications ou des stipulations dont le sens paraît ambigu, les plans et devis sont clarifiés ou modifiés par le Ministère.

3.4 OUVRAGES IMPRÉVUS

Si, selon l'esprit du contrat, il devient nécessaire d'exécuter des ouvrages imprévus, c'est-à-dire des ouvrages pour lesquels il n'y a pas de prix prévu au contrat, le Ministère en avise par écrit l'entrepreneur en vue d'une entente sur les ouvrages à effectuer et leur prix, par avenant au contrat.

L'entrepreneur est tenu d'exécuter ces ouvrages imprévus, mais il peut présenter une réclamation.

Tout ouvrage imprévu exécuté par l'entrepreneur avant d'en recevoir l'autorisation écrite du Ministère n'est pas payé.

3.5 VARIATION DANS LES QUANTITÉS DES OUVRAGES PRÉVUS

Les quantités des ouvrages apparaissant aux bordereaux du contrat sont approximatives, donc essentiellement variables ($\pm 15\%$). Des variations dans ces quantités peuvent aussi provenir de modifications aux plans. Le Ministère peut modifier les plans s'il juge que ces modifications sont nécessaires et conformes à l'esprit du contrat. De telles modifications n'invalident ni le contrat ni aucun de ses articles, quelle que soit la variation que ces modifications peuvent apporter aux quantités inscrites.

Dans le cas où la quantité réalisée pour un article au bordereau dépasse de plus de 15 % celle qui est prévue, le Ministère ou l'entrepreneur peut demander une révision du prix unitaire soumis pour la portion qui excède les 15 % de dépassement arrondi à l'unité près. Une telle demande doit être faite par écrit et être accompagnée des justificatifs appropriés. S'il y a lieu, l'établissement du nouveau prix ainsi que le paiement se font selon le processus prévu à l'article «Avenant au contrat».

Le Ministère peut aussi supprimer du contrat tout ouvrage ou toute partie d'ouvrage qui ne lui paraît pas nécessaire, et cela, sans compensation à l'entrepreneur pour dommages et pertes de profits, pourvu que l'intention du Ministère de faire

de telles suppressions ait été communiquée à l'entrepreneur avant que les matériaux nécessaires pour les ouvrages retranchés aient été acquis et transportés sur les lieux et avant qu'une dépense de main-d'œuvre et de matériel ait été faite en rapport avec ces ouvrages. Si la suppression d'un ou de plusieurs ouvrages n'a pas été annoncée à temps à l'entrepreneur ou si la quantité réalisée pour un article au bordereau n'atteint pas 85 % de celle qui est prévue et qu'à cet effet, il a fait des dépenses telles que l'achat de matériaux qu'il ne peut pas décommander ni retourner, le Ministère supporte ces dépenses par avenant au contrat et en prend possession s'il y a lieu.

3.6 CONDITIONS MANIFESTEMENT DIFFÉRENTES

Si, selon l'avis de l'entrepreneur, il se présente, au cours des travaux, des conditions manifestement différentes de celles qui sont indiquées dans les documents du contrat, l'entrepreneur doit notifier, au directeur général, un avis écrit, avec copie au surveillant, dans un délai permettant de constater les conditions qui, selon lui, justifient son intention de réclamer. Ce délai ne peut dépasser 15 jours à compter du constat par l'entrepreneur.

Si le Ministère admet le point de vue de l'entrepreneur, l'ouvrage visé est exécuté et payé par avenant au contrat. Si le Ministère n'admet pas le point de vue de l'entrepreneur ou s'il ne peut pas y avoir entente, l'entrepreneur doit exécuter les travaux conformément à son contrat ou suivant le nouveau prix proposé par le Ministère jusqu'au règlement de la réclamation qu'il peut alors produire.

Si le Ministère constate que les conditions indiquées dans les documents du contrat sont au contraire améliorées, il fait à l'entrepreneur une proposition de réduction de prix. À défaut d'entente, l'entrepreneur doit exécuter les travaux conformément à son contrat et il est payé suivant le nouveau prix proposé par le Ministère jusqu'au règlement de la réclamation qu'il peut alors produire.

3.7 SONDAGES ET FORAGES

Les données sur les caractéristiques du sol indiquées aux plans et devis ne sont présumées exactes qu'aux points et au moment où les sondages et forages ont été exécutés. Leur interprétation relève de la compétence de l'entrepreneur.

4 | Assurance de la qualité

4.1 MODES D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

Les modes d'assurance de la qualité retenus pour s'assurer de la qualité des matériaux ou des produits et de leur mise en œuvre sont les suivants :

- l'attestation de conformité;
- la certification;
- l'homologation;
- la qualification;
- le système qualité conforme à la norme ISO;
- le plan qualité.

Quels que soient les modes d'assurance de la qualité retenus, l'entrepreneur est tenu de respecter les exigences des plans et devis.

4.1.1 ATTESTATION DE CONFORMITÉ

Lorsqu'une attestation de conformité est exigée aux plans et devis, l'entrepreneur ne peut pas utiliser un matériau pour lequel une telle attestation n'a pas été transmise au Ministère.

Cette attestation de conformité doit être signée par le fabricant du matériau. L'attestation de conformité et les récépissés de livraison des matériaux doivent être rédigés de façon à pouvoir faire le lien entre eux. L'entrepreneur doit remettre l'attestation de conformité au Ministère dans les délais prescrits.

Si l'entrepreneur n'est pas en mesure de fournir toute l'information exigée aux plans et devis, il doit, à ses frais, recourir à un laboratoire enregistré, de façon à fournir l'information manquante sur l'attestation de conformité. L'attestation de conformité doit alors être signée par le représentant du laboratoire qui a réalisé les essais.

4.1.2 CERTIFICATION

Lorsqu'une certification est exigée aux plans et devis, l'entrepreneur doit remettre une copie du certificat au Ministère avant le début des travaux assujettis à cette exigence. Le certificat doit être valide pour la durée de ces travaux.

4.1.3 HOMOLOGATION

Lorsque cela est stipulé aux plans et devis, l'entrepreneur doit utiliser un matériau ou un produit homologué par le Ministère.

4.1.4 QUALIFICATION

Lorsqu'une qualification est exigée aux plans et devis, l'entrepreneur doit remettre une copie du certificat au Ministère avant le début des travaux assujettis à cette exigence. Le certificat doit demeurer valide pour la durée de ces travaux.

4.1.5 SYSTÈME QUALITÉ CONFORME À LA NORME ISO

Lorsque le Ministère exige un système de management de la qualité conforme à la norme ISO pour la réalisation de travaux, la fabrication de matériaux, la réalisation d'essais et la production d'attestations de conformité, l'entrepreneur doit remettre au Ministère, dans les délais prescrits, une copie du certificat d'enregistrement attestant que le système de management de la qualité est conforme à la norme ISO. Ce certificat doit être valide pour la durée des travaux, et la portée doit couvrir les activités à réaliser.

4.1.5.1 Audits

Le Ministère peut, en tout temps, effectuer les audits et les contrôles nécessaires à la vérification des activités pouvant avoir une incidence sur la qualité des travaux du contrat. Afin de s'assurer de la maîtrise des activités réalisées, le Ministère peut également auditer le laboratoire mandaté par l'entrepreneur et le fabricant de matériaux.

Toute information documentée du système de management de la qualité, y compris les plans qualité lorsqu'ils sont exigés aux plans et devis, peut servir lors de la réalisation d'audits. L'audit peut être réalisé sur la base des informations documentées ou directement sur le site de réalisation des travaux, de fabrication ou des essais.

4.1.5.2 Efficacité du système qualité

En tout temps, si le Ministère détecte une non-conformité potentielle ou réelle, il peut émettre une observation ou une requête d'action corrective et inclure en copie le registraire ayant délivré le certificat d'enregistrement à l'entrepreneur.

L'entrepreneur n'est pas tenu de répondre par écrit aux observations. Une récurrence d'observations sur un sujet donné peut conduire à l'émission d'une requête d'action corrective par le Ministère.

À la suite de l'émission d'une requête d'action corrective, une réponse écrite incluant le correctif proposé au système qualité doit être fournie par l'entrepreneur dans les délais fixés par le Ministère.



4 | Assurance de la qualité

4

Si l'entrepreneur ne donne pas suite à la requête d'action corrective, il est considéré comme étant en défaut par rapport à ses obligations en matière d'assurance de la qualité.

S'il y a récurrence dans l'émission d'avis écrits du Ministère ou que ce dernier est insatisfait de l'efficacité du système qualité de l'entrepreneur, une plainte client décrivant la situation et exigeant une correction est envoyée au responsable du système qualité de l'entrepreneur. Une copie de cette plainte client est envoyée au registraire de l'entrepreneur.

À la suite de cette plainte client, si aucune action corrective satisfaisant le Ministère n'est réalisée dans les délais fixés par ce dernier, une plainte est envoyée directement au registraire avec copie à l'entrepreneur.

4.1.6 PLAN QUALITÉ

Lorsqu'un plan qualité est exigé, l'entrepreneur doit le remettre dans le délai prescrit.

4.2 OBLIGATIONS DE L'ENTREPRENEUR

4.2.1 MODE D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

L'entrepreneur doit en tout temps pouvoir démontrer que les exigences en matière d'assurance de la qualité sont respectées.

Dès que l'entrepreneur constate qu'il ne peut pas respecter ses obligations en matière d'assurance de la qualité, il doit en aviser le surveillant.

L'entrepreneur doit conserver toute documentation relative à l'assurance de la qualité pour une période de cinq ans suivant la réception sans réserve des travaux.

L'entrepreneur est tenu d'assurer en tout temps, au surveillant et à ses représentants, le soutien nécessaire à la réalisation d'audits.

L'entrepreneur consent à ce que le Ministère transmette l'information sur la date des rapports d'audits, l'objet des requêtes d'actions correctives et l'objet des observations formulées sur le système qualité de l'entrepreneur.

Ce consentement se limite, d'une part, aux représentants du Ministère concernés par l'appréciation des systèmes qualité et, d'autre part, au registraire de l'entrepreneur qui en fait la demande au Ministère.

Si l'entrepreneur fait défaut de respecter ses obligations en matière d'assurance de la qualité, les frais engagés par le Ministère pour remédier au manque de contrôle interne de la qualité prévu au contrat sont retenus après un avis écrit à l'entrepreneur.

4.2.2 MATÉRIAUX

Les matériaux utilisés doivent être conformes aux exigences des plans et devis. La réutilisation ou le recyclage de matériaux sont permis seulement lorsque l'indiquent les plans et devis.

Lorsque l'entrepreneur est tenu d'échantillonner et de transmettre au Ministère des matériaux pour essais, il est responsable des inconvénients et des pertes qu'il peut subir si les échantillons sont envoyés en retard, mal adressés ou mal étiquetés. Il est responsable également des pertes occasionnées par le rejet d'un échantillon.

L'entrepreneur remet au Ministère tous les échantillons de matériaux requis. Si le matériau échantillonné fait l'objet d'un article au bordereau, les échantillons sont payables au prix unitaire. Dans le cas contraire, ils sont inclus dans les prix unitaires et globaux. L'entrepreneur est tenu d'assurer en tout temps, au surveillant et à ses représentants, l'accès aux matériaux ainsi que les moyens de prélever les échantillons.

4.2.3 MISE EN ŒUVRE

L'entrepreneur doit procéder aux activités nécessaires à la réalisation des travaux en prenant soin de ne pas altérer la qualité des matériaux.

L'entrepreneur doit assurer la traçabilité des matériaux selon les exigences du mode d'assurance de la qualité retenu et il doit exercer un contrôle de la mise en œuvre.

4.3 CONTRÔLE DE RÉCEPTION

Qu'il y ait ou non un mode d'assurance de la qualité ou un contrôle de réception prévu aux plans et devis, le Ministère se réserve le droit d'effectuer un contrôle de réception des matériaux et de leur mise en œuvre, selon la méthode de son choix.

5 | Surveillance des travaux

5

5.1 INTERVENTION DU SURVEILLANT

Le surveillant est habilité à juger de la qualité des matériaux et des ouvrages ainsi qu'à mesurer, à calculer et à établir les quantités des ouvrages exécutés, et aussi à en proposer la réception et le paiement. Lorsque l'exécution des travaux en rend pratiquement impossible le contrôle qualitatif et quantitatif, le surveillant en avise l'entrepreneur; dans un tel cas, ce dernier doit immédiatement faire en sorte que le contrôle qualitatif et quantitatif soit rendu possible en interrompant l'exécution des travaux, le cas échéant.

Le surveillant indique tout ouvrage ou toute partie d'ouvrage qui ne répond pas aux exigences des plans et devis et qui, de ce fait, doit être reconstruit par l'entrepreneur à ses frais. Si l'entrepreneur prouve qu'il n'y avait aucune défectuosité au moment de la démolition de l'ouvrage ou de la partie d'ouvrage indiquée, il doit également refaire cet ouvrage ou cette partie d'ouvrage et, s'il s'est conformé aux exigences, il est payé pour le travail effectué, tant pour défaire que pour refaire l'ouvrage, au prix prévu au contrat ou à un prix convenu par avenant au contrat.

Le surveillant ne dirige pas les travaux. Il ne peut pas agir comme contremaître et ne peut pas occuper d'autres fonctions relevant de l'entrepreneur.

5.2 INTERVENTION DES REPRÉSENTANTS DU SURVEILLANT

La fonction des représentants du surveillant consiste à aider le surveillant dans le contrôle qualitatif et quantitatif des travaux, et leur présence sur les lieux ne relève pas l'entrepreneur de son obligation d'exécuter les travaux selon les plans et devis et selon les usages et les règles de l'art.

Les représentants du surveillant ne dirigent pas les travaux. Ils ne peuvent pas agir comme contremaîtres ni occuper d'autres fonctions relevant de l'entrepreneur.

5.3 PIQUETS ET REPÈRES D'ARPENTAGE

Aux fins de référence et du contrôle qualitatif et quantitatif des ouvrages, les piquets et les repères sont implantés sur le terrain selon les prescriptions suivantes.

5.3.1 IMPLANTATION PAR LE MINISTÈRE

Avant le début des travaux, le Ministère plante sur le terrain les repères suivants :

- un canevas de points de référence constituant le réseau planimétrique de base; la densité

minimale de ces points de référence est d'un point tous les 500m avec au minimum trois points. Les points implantés en planimétrie sont intervisibles deux à deux;

- un canevas de points de repère de nivellement (RN) constituant le réseau altimétrique de base. La densité minimale de ces repères est d'un point par kilomètre avec au minimum deux repères;
- aux endroits accessibles, le Ministère plante aussi les piquets identifiés des lignes des emprises tous les 20 mètres. Lorsqu'il y a déboisement, les lignes des emprises sont implantées après les travaux d'essouchement.

Si, en cours d'exécution des travaux, ces points de référence, ces repères de nivellement ou ces piquets de ligne des emprises sont détruits ou endommagés, l'entrepreneur doit les remplacer à ses frais.

En complément des données fournies aux plans et devis, le surveillant rend disponibles les documents suivants :

- une liste des coordonnées (X, Y) des points de référence;
- une liste des repères de nivellement;
- une liste des points de la ligne de centre du projet;
- pour l'exécution des travaux de terrassement et de structure de chaussée, une liste sur support papier ou informatique où sont données, au minimum tous les 20m, les mesures de distance des limites des terrassements, les mesures de distance et d'élévation des fossés gauche et droit, les mesures de distance et d'élévation des lignes d'infrastructure, de sous-fondation, de fondation et les autres mesures de base non indiquées aux plans et devis et nécessaires à l'entrepreneur pour l'implantation exacte des ouvrages;
- pour les travaux de revêtement, les points de départ et de fin des travaux et, s'il y a lieu, une liste des points de la ligne de centre, des modifications de géométrie ainsi qu'une liste des élévations;
- lorsque cela est requis, une liste sur support papier ou informatique des données minimales de base qui définissent le positionnement des ouvrages et qui peuvent être utilisées, par l'entrepreneur, pour effectuer les calculs d'implantation des ouvrages d'art, des glissières de sécurité, des bordures, des puisards, des regards et massifs d'éclairage, et de tout autre ouvrage prévu au contrat.

5 | Surveillance des travaux

5

5.3.2 IMPLANTATION PAR L'ENTREPRENEUR

L'entrepreneur effectue tous les calculs d'implantation des ouvrages et exécute la totalité de l'arpentage nécessaire à la réalisation de l'ensemble du contrat, à l'exception des travaux exécutés par le Ministère. À cette fin, il doit disposer d'une équipe d'arpentage compétente pour effectuer ces travaux.

Dès le début des travaux, l'entrepreneur vérifie les points de référence implantés par le Ministère pour garantir la fiabilité des arpentages à effectuer lors de la construction. Il dresse un tableau comparatif montrant les écarts entre ses résultats et les données fournies par le Ministère. L'entrepreneur s'assure de la concordance entre ses données et celles fournies par le Ministère. L'entrepreneur dispose de 5 jours pour effectuer cet ouvrage et remettre le tableau comparatif au surveillant.

L'entrepreneur est tenu de compléter l'implantation générale par une implantation complémentaire qui consiste à reporter sur le terrain tous les points nécessaires à la construction, et ce, de façon à permettre une vérification facile et rapide. Dans le cas des ouvrages d'art, il doit indiquer sur un plan d'implantation la pose de piquets, de marques, de points de canevas complémentaires ou de repères complémentaires qu'il entend faire et le procédé adopté à cet effet. L'entrepreneur doit transmettre ce plan d'implantation au Ministère pour information.

Les piquets, les marques et les repères mis en place par l'entrepreneur doivent rendre possible la vérification du positionnement des ouvrages par le surveillant avant que l'entrepreneur en amorce la construction.

L'entrepreneur qui réalise le piquetage du bien-fonds ou d'une limite de propriété ainsi que le piquetage d'un démembrement du droit de propriété (ex. : servitude) d'un immeuble du Ministère ou sous la gestion du Ministère doit recourir à cette fin aux services d'un arpenteur-géomètre membre de l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec.

5.3.3 CONTRÔLE QUANTITATIF ET QUALITATIF DES OUVRAGES

Aux fins de référence et du contrôle qualitatif et quantitatif des ouvrages, l'entrepreneur implante et maintient sur le terrain, jusqu'à la mise en œuvre complète de l'ouvrage, les piquets identifiés et les repères suivants.

5.3.3.1 Travaux de terrassement et de structure de chaussée

Sur la ligne de centre et en bordure de chacune des chaussées, l'entrepreneur doit implanter un piquet de chaînage tous les 20 m et aux endroits de transition, d'intersection, de début et de fin de courbe. Sur ces piquets sont inscrits le chaînage, la distance par rapport à la ligne de centre et la cote d'élévation par rapport à l'élévation théorique proposée. L'implantation des piquets doit être faite pour la ligne d'infrastructure, pour la ligne de sous-fondation et pour la ligne de fondation. Elle doit aussi être réalisée pour les fossés et les limites des terrassements.

5.3.3.2 Travaux de revêtement de chaussée

De chaque côté de la ligne de centre d'une chaussée ou d'un seul côté en retrait du revêtement, l'entrepreneur doit implanter un piquet de chaînage tous les 20 m et aux endroits de transition, d'intersection, de début et de fin de courbe. Sur le piquet est indiqué le chaînage et, si cela est nécessaire, une distance de retrait par rapport à l'ouvrage et une élévation, généralement l'élévation de la fondation. En section urbaine et en présence de bordures, de puisards ou de regards, dans les courbes et autres, les points d'élévation doivent être indiqués tous les 10 m.

5.3.3.3 Ouvrages d'art

L'entrepreneur doit implanter les piquets et les repères suivants selon le type d'ouvrage :

- pont : un point de coordonnées avec deux axes principaux et un point de niveau;
- ponceau : deux piquets et deux points de niveau déterminant l'axe central, les extrémités et les élévations en amont et en aval du radier du ponceau;
- mur : les piquets de début, de fin et des points de courbure du mur et un point de niveau.

5.3.3.4 Autres ouvrages

L'entrepreneur doit implanter les piquets et repères suivants selon le type d'ouvrage :

- glissière de sécurité : les piquets de début, de fin et des points de courbure. L'entrepreneur doit établir lui-même les élévations à partir du revêtement, de la fondation et des plans et devis;
- bordure : un piquet tous les 20 m et, aux endroits d'angle, de courbe et de transition, un piquet tous les 10 m. L'alignement est

5 | Surveillance des travaux

généralement en retrait par rapport à la ligne de centre de l'ouvrage, et l'élévation du dessus de l'ouvrage est indiquée sur le piquet;

- puisard, regard, massif d'éclairage, etc. : pour chacun de ces ouvrages, deux piquets sont implantés, sur lesquels sont indiquées la distance de l'ouvrage et son ou ses élévations.

5.3.3.5 Programme d'arpentage proposé par l'entrepreneur

Lors de la première réunion de chantier, l'entrepreneur peut présenter pour approbation au surveillant un programme d'arpentage différent dans lequel il doit spécifier le plan d'action qu'il entend utiliser pour l'implantation et la vérification des ouvrages. Ce plan doit assurer un positionnement précis des ouvrages et permettre au surveillant d'effectuer les vérifications décrites au contrat. Si ce programme est accepté par le surveillant, l'entrepreneur l'utilise pour la réalisation des ouvrages concernés.

5.3.4 MODE DE PAIEMENT

L'arpentage, le piquetage, l'implantation et la pose de piquets, de marques ou de repères sont généralement payés à prix global. Le prix couvre toutes les opérations requises pour la réalisation de ces ouvrages et il inclut toute dépense incidente. Ce montant est payé au prorata des estimations mensuelles des travaux, dont un minimum de 25 % dès la première estimation.

Si cet ouvrage ne fait pas l'objet d'un article particulier au bordereau, l'entrepreneur doit en répartir les coûts dans l'ensemble des prix unitaires et globaux du contrat.

5.4 INSPECTION DES TRAVAUX

Le surveillant et ses représentants ont l'autorité pour inspecter en tout temps et sans préavis les travaux en cours d'exécution de même que les matériaux employés, commandés, en voie de préparation ou de transformation par l'entrepreneur et ses sous-traitants. Pour cela, l'entrepreneur doit leur permettre et leur faciliter l'accès à toutes les parties des travaux, notamment au chantier, aux ateliers, aux usines et aux carrières. L'entrepreneur doit faciliter l'accomplissement rapide, complet et sécuritaire de leur inspection et il est responsable de tout retard dans l'inspection causé par le non-respect de ces exigences. Si des conditions de santé et de sécurité l'exigent, l'entrepreneur doit assister le surveillant ou son représentant.

L'entrepreneur ne doit pas travailler en dehors des heures et des jours réguliers convenus avant le début des travaux sans en aviser le surveillant au moins 3 jours à l'avance.

Le surveillant doit être avisé au moins 7 jours à l'avance de tout changement d'usine pour la fabrication des composantes en acier de construction des ouvrages en acier, y compris l'application d'un revêtement, ainsi que pour la fabrication des ouvrages en béton préfabriqué.

6 | Obligations et responsabilités de l'entrepreneur

6.1 CESSION DU CONTRAT ET SOUS-TRAITANTS

L'entrepreneur contracte pour lui-même et doit, avant le début des travaux, faire connaître au Ministère par écrit les noms de tous les sous-traitants qui participent directement ou indirectement aux travaux et qui doivent ainsi posséder les qualifications et le matériel nécessaires pour mener à bien leurs travaux.

Le Ministère se réserve la possibilité de refuser tout sous-traitant évoqué au paragraphe précédent qui est inscrit sur la *Liste des entreprises ayant obtenu un rapport de rendement insatisfaisant ou ayant fait l'objet d'une résiliation de contrat ou ayant omis de donner suite à une soumission ou un contrat*.

Si le Ministère refuse un tel sous-traitant pour ce motif, l'entrepreneur ne peut prétendre à aucune indemnité et ne peut exercer contre le Ministère aucun recours lié aux effets directs ou indirects de ce refus, notamment sur les prix soumis, l'échéancier des travaux ou l'exécution du contrat.

La *Liste des entreprises ayant obtenu un rapport de rendement insatisfaisant ou ayant fait l'objet d'une résiliation de contrat ou ayant omis de donner suite à une soumission ou un contrat* est disponible sur le site Web du Ministère.

L'entrepreneur s'oblige, excepté pour des cas de sous-traitance, à exécuter lui-même le contrat et ne peut, sous peine de nullité, le céder en tout ou en partie sans l'autorisation préalable du Ministère. La sous-traitance ne relève l'entrepreneur d'aucune de ses obligations et de ses responsabilités ni de la direction complète des travaux, y compris l'obligation d'être présent sur le chantier.

Conformément à la Charte de la langue française, les contrats de sous-traitance qui se rattachent au présent contrat doivent être rédigés exclusivement en français, sous réserve des exceptions applicables prévues à la Charte de la langue française et à ses règlements. Il appartient à l'entrepreneur de s'assurer du respect de cette obligation.

6.2 RESPECT DES LOIS, RÈGLEMENTS OU DÉCRETS

L'entrepreneur et les sous-traitants doivent se conformer aux lois, règlements, accords intergouvernementaux ou décrets des autorités compétentes, qui peuvent en tout temps et de toute manière avoir des conséquences sur les travaux, la main-d'œuvre, le matériel ou les matériaux.

L'entrepreneur doit assumer la responsabilité et supporter les frais de toute réclamation ou obligation ayant pour motif la violation de ces lois, règlements ou décrets par lui-même, ses sous-traitants ou leurs employés respectifs.

Lorsque l'entrepreneur croit déceler dans le contrat des stipulations ou des directives incompatibles avec ces lois, règlements ou décrets, il doit sans retard en avvertir par écrit le Ministère.

6.3 PERMIS ET LICENCES

Avant de commencer les travaux, l'entrepreneur doit se procurer, à ses frais, les licences et permis exigés par les lois, décrets ou règlements. Il doit se conformer aux exigences légales concernant l'exploitation de brevets ou d'autres droits analogues qui visent le matériel, les matériaux ou les procédés employés ou appliqués dans l'exécution des travaux. Les droits à payer sont à la charge de l'entrepreneur, qui doit assumer seul l'entière responsabilité de toute réclamation.

6.4 INTERVENTION D'AUTRES AUTORITÉS PUBLIQUES

Lorsque les travaux du contrat concernent le gouvernement du Canada, une corporation municipale, une compagnie de chemin de fer ou quelque autre organisme dont les fonctions sont d'ordre public, l'entrepreneur doit, sur un avis du Ministère, procurer aux représentants de ces autorités les facilités voulues pour faire l'inspection et l'évaluation des travaux et des matériaux. Cependant, ces inspections et évaluations ne peuvent en aucune manière modifier les droits des parties au contrat.

6.5 MAÎTRISE D'ŒUVRE

L'entrepreneur a la responsabilité de l'exécution de l'ensemble des travaux et assume à leur égard une obligation de résultat. Il doit les diriger et les surveiller efficacement. Il est seul responsable des moyens, méthodes, techniques, séquences et procédures, de la coordination de toutes les parties des travaux, y compris la stabilité des pentes d'excavation temporaires, du fonctionnement, de l'entretien et de l'enlèvement des structures et installations temporaires. Lorsque la loi ou les documents contractuels l'exigent et dans tous les cas où les installations temporaires et les méthodes d'exécution des travaux sont telles que la compétence d'un ingénieur est légalement ou contractuellement requise pour répondre aux exigences de sécurité, l'entrepreneur doit l'engager à ses frais.



6 | Obligations et responsabilités de l'entrepreneur

L'entrepreneur doit prendre toutes les mesures nécessaires pour éliminer à la source les dangers et assurer la protection et la sécurité des personnes de même que de tout bien meuble ou immeuble qui se trouve sur le chantier ou à l'extérieur et peut être endommagé par l'exécution des travaux.

6.6 DOCUMENTS FOURNIS PAR L'ENTREPRENEUR

Toutes les photographies numériques doivent être géolocalisées. Les coordonnées géographiques, la date et l'heure doivent être encodées automatiquement dans le fichier original lors de la prise de la photo.

6.6.1 PLANS FOURNIS PAR L'ENTREPRENEUR

Avant de commencer les travaux, l'entrepreneur doit vérifier si des plans plus détaillés que les plans de statut «soumission-construction» ou «construction» sont nécessaires et doit, dans ce cas, préparer des plans complémentaires et les soumettre au Ministère.

Tout plan relevant du champ de pratique de l'ingénieur doit être signé et scellé par un ingénieur. À moins qu'ils reproduisent intégralement les plans et devis du contrat, les plans d'atelier doivent être signés et scellés par un ingénieur.

Tous les plans de construction, de même que les plans d'atelier des poutres assemblées en acier et en aluminium, des poutres en béton précontraint préfabriquées et des tabliers en béton précontraint en place, doivent être conçus en format ISO A1. Tous les autres types de plans doivent être conçus en format ISO A1, ISO A2 ou ISO A3 (tabloïd). Pour tous les plans, le titre ou le cartouche doit inclure le nom, la localisation, l'identification technique et le numéro de dossier apparaissant sur les plans du Ministère.

Le statut du plan doit aussi y figurer ainsi qu'une pagination pour les plans de plus d'une page. La taille minimale de la police doit être de 2,5 mm lorsque le plan est imprimé dans son format de conception.

Les plans faisant l'objet de la signature et du sceau d'un ingénieur doivent être remis au Ministère en format PDF/A.

Les plans d'atelier doivent comporter une zone libre destinée à l'apposition du visa du concepteur. Cette zone doit être de 66 mm de hauteur sur 102 mm de largeur et doit toujours se trouver au même endroit sur chacun des plans d'atelier d'un même fournisseur.

L'entrepreneur doit convenir avec le Ministère d'un délai raisonnable, modulé en fonction de la complexité et de la quantité de feuillets des plans, pour l'étude et la consultation par le Ministère des plans produits par l'entrepreneur. Un délai minimal de 2 semaines doit cependant être prévu. L'entrepreneur doit aussi considérer, en fonction de la nature des plans soumis, que le Ministère peut demander des révisions des plans et que des délais additionnels peuvent être nécessaires pour ces révisions.

Les plans qui font l'objet de révisions doivent être soumis à nouveau au Ministère dans leur format d'origine sans perte de qualité ou de lisibilité.

Le Ministère autorise l'entrepreneur à utiliser les plans de construction, d'atelier et de signalisation que l'entrepreneur a préparés, après s'être assuré qu'ils sont signés et scellés par un ingénieur et qu'ils correspondent aux travaux exigés. Cette autorisation n'engage d'aucune manière la responsabilité du Ministère puisque l'entrepreneur est le seul responsable de ces plans.

Les ouvrages entrepris sans que le Ministère ait autorisé l'utilisation des plans fournis peuvent être refusés par ce dernier. Les frais engagés découlant d'un tel refus sont à la charge de l'entrepreneur.

À la fin des travaux, l'entrepreneur doit remettre au Ministère les fichiers de tous les plans de construction et de tous les plans d'atelier que lui-même ou ses sous-traitants ont préparés au cours des travaux. Ces plans doivent montrer les détails des travaux visés tels qu'ils ont été autorisés par le Ministère et tels qu'ils ont été exécutés.

À la demande du Ministère, des copies papier doivent être fournies.

Toutes les exigences précédentes relatives aux plans s'appliquent aussi aux plans finaux.

6.6.1.1 Plans de construction

Les plans de construction énumérés dans les plans et devis décrivent, au moyen de profils, de sections transversales et de dessins, les lignes et niveaux, les terrassements, la sous-fondation, la fondation, le revêtement, les ouvrages d'art, etc.

L'entrepreneur doit, en l'absence des plans énumérés précédemment, préparer les plans de construction spécifiquement stipulés aux plans et devis pour la réalisation de l'ouvrage.

6 | Obligations et responsabilités de l'entrepreneur

6.6.1.2 Plans d'atelier

Les plans d'atelier ont pour objet de compléter, de détailler ou d'expliciter les plans de construction.

L'entrepreneur doit préparer les plans d'atelier nécessaires selon les plans et devis du contrat. Les plans d'atelier doivent indiquer clairement les détails de fabrication et d'assemblage, les marques d'identification concordant avec les plans de construction.

Les plans d'atelier ne peuvent pas invalider les exigences des documents contractuels. Toute modification doit faire l'objet d'une acceptation préalable par le Ministère. Seul un avenant a pour effet de modifier le contrat d'origine.

L'entrepreneur doit vérifier sur place que toutes les pièces qui doivent être fabriquées satisfont aux conditions réelles du chantier.

6.6.1.3 Plans d'ouvrages provisoires

Les plans d'ouvrages provisoires décrivent la méthode préconisée pour permettre la construction ou la réparation d'un ouvrage permanent. De façon non limitative, ce sont les plans des ouvrages suivants : bassin de sédimentation, berme filtrante et trappe à sédiments, barrière à sédiments, dérivation temporaire de cours d'eau, digue, aire de rebuts, de transbordement ou de concassage, tous les chemins temporaires (chemin temporaire servant de déviation, chemin d'accès et chemin de halage), exploitation de bancs d'emprunt, pont temporaire, plan de tir à l'explosif, démolition complète d'ouvrages d'art, batardeau, soutènement temporaire, montage des essais sur pieux, coffrage en porte-à-faux, échafaudage suspendu, coffrage vertical lorsque sa hauteur excède 4 m, coffrage coulissant ou auto-élévateur, coffrage où le béton est coulé par pompage, étalement, pontage, montage, y compris les contreventements temporaires et les ouvrages temporaires, système de support des poutres d'acier pour le transport autrement qu'en position verticale, prémontage en usine, méthodes de levage et de support, enceinte de confinement pour travaux de peinture et métallisation, dispositifs de protection pour travaux présentant un risque pour les usagers de la route, etc.

Les plans d'ouvrages provisoires sont remis au Ministère pour information. Si les travaux prévus aux plans sont susceptibles de nuire à un tiers, l'entrepreneur doit obtenir son autorisation préalable et lui fournir des copies additionnelles.

Le Ministère ne fournit généralement pas les plans des ouvrages provisoires. Toutefois, s'il les inclut aux plans et devis du contrat, ils ont la même valeur et doivent être suivis avec la même rigueur que les plans de construction.

6.6.1.4 Plans de signalisation

Les plans de signalisation ont pour objet d'indiquer en détail le marquage, les dispositifs de signalisation et les dispositifs de retenue que l'entrepreneur prévoit utiliser ainsi que leur localisation. Les plans doivent être adaptés aux conditions réelles du terrain.

Pour la signalisation des travaux, l'entrepreneur peut utiliser intégralement les dessins normalisés présentés au *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère. Dans ce cas, il doit fournir une attestation signée par un ingénieur confirmant que les dessins normalisés sélectionnés peuvent être appliqués sans être modifiés. Cette attestation doit préciser le numéro du contrat et la date prévue de réalisation, et indiquer clairement les sites et l'emplacement précis des travaux pour lesquels les dessins normalisés seront utilisés.

6.7 PRÉSENCE DE L'ENTREPRENEUR

L'entrepreneur doit maintenir sur le lieu des travaux un représentant responsable, autorisé à recevoir les communications du surveillant. Les coordonnées du représentant de l'entrepreneur pour la durée des travaux doivent être fournis au Ministère avant que commencent les travaux, de façon qu'il puisse être joint en tout temps.

6.8 RÉCLAMATION CONTRE L'ENTREPRENEUR

Toute responsabilité relative aux travaux qui font l'objet du contrat incombe à l'entrepreneur et comprend toute réclamation pour accident survenant en tout lieu utilisé pour l'exécution du contrat, à quiconque s'y trouvant dans un but précis ou sans raison.

La responsabilité de l'entrepreneur comprend également les réclamations pour dommages causés à la propriété privée ou publique et les infractions relatives à la Loi sur les accidents du travail et les maladies professionnelles (RLRQ, chapitre A-3.001) et à toute autre loi, tout règlement ou décret, y compris la loi qui protège les brevets et autres droits analogues.

Dans les 10 jours suivant la réception d'une plainte ou d'une réclamation d'un citoyen, l'entrepreneur doit accuser réception par écrit, avec copie au surveillant. L'entrepreneur doit également informer le surveillant des suites au dossier.

Dans le cas de réclamations ou d'actions en dommages dirigées contre l'entrepreneur dans ces circonstances, le Ministère peut, dans la mesure qu'il juge nécessaire, faire des retenues

6 | Obligations et responsabilités de l'entrepreneur

sur les montants dus à l'entrepreneur, y compris les garanties, et les maintenir tant que celui-ci ne lui a pas donné la preuve du règlement complet des réclamations.

L'entrepreneur doit prendre les mesures pour que le Ministère soit déchargé de toute responsabilité découlant des dommages ou infractions imputables à ses employés ou sous-traitants.

6.9 PROTECTION DE LA PROPRIÉTÉ ET RÉPARATION DES DOMMAGES

Dans l'exécution de son contrat, l'entrepreneur doit notamment :

- s'abstenir de pénétrer sur une propriété privée, quelle que soit la raison, sans en obtenir la permission formelle;
- protéger la propriété publique ou privée contiguë aux lieux des travaux contre tout dommage de même que toute avarie pouvant résulter directement ou indirectement de l'exécution ou du défaut d'exécution des travaux;
- prendre les précautions nécessaires pour ne pas endommager les arbres, les haies, les arbustes, les tuyaux, les câbles, les conduits, les puits d'eau potable et tout autre ouvrage souterrain ou aérien;
- protéger contre tout déplacement et dommage les monuments, les bornes, les amers, les marques, les repères, les indicateurs de niveau et les indicateurs de lignes de propriété. L'entrepreneur doit le faire jusqu'à ce qu'un agent autorisé par le Ministère ait rattaché ou transféré ces dispositifs et ait permis formellement leur déplacement ou leur enlèvement;
- éviter le gaspillage de matériaux de construction en provenance de carrières ou de tout autre lieu;
- conserver les lisières boisées prescrites dans le Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État (RLRQ, chapitre A-18.1, r. 0.01);
- protéger contre tout dommage ou toute destruction les bâtiments d'intérêt patrimonial, les sites patrimoniaux et les sites archéologiques qui peuvent se trouver dans l'emprise de la route ou à proximité, de même que dans toute autre aire utilisée par l'entrepreneur pour ses travaux;
- aviser sans délai le Ministère en cas de découverte susceptible de présenter un risque pour la santé et la sécurité ou de constituer un bien ou un site archéologique, puis mettre en place

un périmètre de protection et interrompre tout travail qui pourrait endommager le lieu ou l'objet de la découverte;

- permettre en tout temps l'accès au chantier à toute personne mandatée par le Ministère, à son représentant ou aux autorités responsables et appliquer les directives émises en lien avec la découverte;
- remettre tout bien archéologique, quel qu'il soit, au Ministère;
- ériger les clôtures prévues dans le contrat au moment où le propriétaire riverain l'exige, là où ce dernier veut enclore le bétail. Si l'entrepreneur ne peut pas construire immédiatement une clôture permanente, il doit ériger, à ses frais, une clôture temporaire à la satisfaction du propriétaire;
- respecter les exigences environnementales du Ministère ou de toute autre autorité gouvernementale;
- protéger l'intégrité du territoire agricole;
- protéger, maintenir ou reconstituer le couvert forestier sur les terres forestières du domaine public.

L'entrepreneur doit effectuer, à ses frais, et dans un délai raisonnable, les réparations ou reconstructions de biens immeubles qu'il a endommagés ou détruits.

En cas de non-exécution par l'entrepreneur et après un avis écrit, le Ministère peut suspendre les travaux de l'entrepreneur et procéder à la réparation, à la restauration ou à la reconstitution des biens immeubles endommagés ou détruits. Le Ministère peut faire payer par l'entrepreneur le coût de ces travaux et des retards au moyen de retenues sur les paiements ou à même les garanties.

Le Ministère peut retenir, sur les sommes dues à l'entrepreneur, le montant nécessaire à l'indemnisation dans le cas où il est impossible de réparer, de restaurer ou de reconstituer le bien immeuble, et si l'entrepreneur refuse ou néglige d'indemniser, dans un délai raisonnable, toute personne visée.

6.10 RESPONSABILITÉ RELATIVE AUX OUVRAGES

L'entrepreneur a la charge des ouvrages de son contrat, de même que de ceux réalisés par ses sous-traitants, jusqu'à la réception.

Il doit en prendre soin et les entretenir au besoin durant la construction, réparer à ses frais tous les dommages qu'ils ont subis, notamment en raison d'intempéries, d'actes de sabotage, d'accidents ou de force majeure, et les livrer en parfait état

6 | Obligations et responsabilités de l'entrepreneur

au moment de la réception. Il n'a droit à aucune rémunération pour ces travaux d'entretien et de réparation, le prix du contrat comprenant le coût de tels travaux.

Le Ministère rembourse cependant à l'entrepreneur les frais qui lui sont occasionnés relativement à l'entretien et à la réparation des dommages accidentels et imprévisibles causés à l'ouvrage en raison du fait que le Ministère a exigé l'utilisation d'une partie de l'ouvrage avant la fin des travaux et la réception. Toutefois, le remboursement de ces frais ne s'applique pas aux ouvrages temporaires.

L'entrepreneur assume les risques de perte ou de vol des ouvrages ainsi que de tous matériaux ou équipements fournis par lui ou par toute personne aux fins de réalisation des travaux.

6.11 UTILISATION DES OUVRAGES D'ART

Aucun matériau granulaire ou déblai ne doit être déposé sur le tablier d'un ouvrage d'art ou à moins de 2,5 m de ce dernier.

Les autres matériaux ne peuvent pas être déposés sur le tablier d'un ouvrage d'art à moins d'être utilisés pour les travaux de construction ou de réparation de cet ouvrage.

Dans le cas de la construction d'une dalle sur poutres préfabriquées ainsi que dans le cas de la reconstruction d'une dalle sur poutres, les seules charges de construction permises sur une travée jusqu'au bétonnage de la dalle sont :

- les charges concernant les coffrages et les armatures. Cependant, les paquets de coffrages et d'armatures nécessaires pour cette travée doivent être déposés à moins de 3 m des unités de fondation;
- les charges relatives à la finisseuse à béton automotrice, à la règle vibrante, aux plates-formes de travail ainsi qu'à leurs accessoires.

Dans le cas de travaux de démolition, le poids total par travée des matériaux provenant de l'enlèvement de l'enrobé et de la démolition d'ouvrages existants, et qui sont déposés sur le tablier, doit être en tout temps inférieur à la plus petite des valeurs suivantes :

- 5 tonnes;
- 10 % de la capacité affichée correspondant au camion à deux essieux;
- 10 % de la capacité indiquée dans les plans et devis.

À moins d'indication contraire dans les plans et devis, le poids, y compris le chargement, des véhicules devant circuler sur ou à moins de 2,5 m d'un ouvrage d'art non affaibli par des travaux et situé à l'intérieur des limites d'un chantier, doit respecter les charges légales sans toutefois excéder la capacité affichée de l'ouvrage. Dans le cas des équipements de chantier, leur poids, y compris le chargement, ne doit pas excéder la plus faible valeur entre 23 t et la capacité affichée de l'ouvrage indiquée au panneau de limitation de poids correspondant au camion à 2 essieux.

Pour tout équipement de chantier ayant un poids, y compris le chargement, supérieur à 23 t et devant circuler sur un ouvrage d'art sans limitation de poids et non affaibli pendant les travaux, ou à moins de 2,5 m d'un tel ouvrage, l'entrepreneur doit vérifier la capacité structurale de cet ouvrage selon les exigences de la norme CSA S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers » et tenir compte des différentes combinaisons de charges causant les efforts maximaux sur les éléments structuraux de l'ouvrage. À cette fin, pour chaque équipement, l'entrepreneur doit remettre au Ministère, pour information, une note de calcul détaillée signée par un ingénieur. La note de calcul doit démontrer que les efforts engendrés par l'équipement sont inférieurs à ceux d'un chargement CL-625. La note de calcul doit être remise au Ministère au moins 2 semaines avant toute circulation de l'équipement sur l'ouvrage. Pour les pompes à béton et les grues automotrices, en alternative à la fourniture de la note de calcul demandée, l'entrepreneur peut présenter le permis spécial de circulation délivré par la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) permettant au véhicule de circuler sur les ouvrages d'art sans limitation de poids. Par contre, dans le cas des grues, les parties amovibles, notamment le contrepoids, ne doivent pas être installées sur le véhicule.

L'entrepreneur doit vérifier la capacité structurale d'un ouvrage d'art, qu'il soit existant ou neuf, lorsqu'il est sollicité structuralement par l'installation des équipements suivants :

- grue ou équipement de levage, notamment pour la mise en place de poutres;
- pompe à béton;
- plateformes de travail et bâtiments temporaires accrochés au tablier;
- tout autre équipement de plus de 23 t.

L'entrepreneur doit également vérifier la capacité structurale d'un ouvrage d'art dont une partie des éléments structuraux sont affaiblis par les travaux, dans le cas de tout véhicule ou équipement



6 | Obligations et responsabilités de l'entrepreneur

6

de chantier devant circuler sur cette partie d'ouvrage. La vérification de la capacité structurale doit être effectuée selon les mêmes modalités et délais que ceux mentionnés au présent article. De plus, dans le cas d'un ouvrage en construction, l'entrepreneur doit aussi tenir compte des différentes combinaisons de charges causant les efforts maximaux sur les éléments structuraux du tablier de l'ouvrage, de façon à ne pas causer de déformation permanente ou la fissuration de l'ouvrage. La note de calcul doit être faite en utilisant des critères de calcul aux états limites d'utilisation et ultimes. Avant de procéder à la vérification de la capacité, l'entrepreneur doit obtenir l'accord du surveillant tant pour l'utilisation des voies de circulation que pour l'horaire à cet égard.

6.12 DROITS RÉSERVÉS

Les paiements effectués et la prolongation du délai pour l'exécution du contrat ne peuvent pas être interprétés par l'entrepreneur comme une renonciation aux droits et obligations établis dans le contrat, lesquels sont toujours maintenus, sauf renonciation expresse par le Ministère à des clauses particulières.

Si le gouvernement du Canada, une municipalité, une compagnie de chemin de fer ou quelque autre organisme dont les fonctions sont d'intérêt public refusent d'accepter les plans et devis ou s'opposent à l'exécution des travaux dans la mesure où cela les concerne, le Ministère peut supprimer la partie contestée des travaux.

6.13 OBSTACLES DANS L'EMPRISE

L'entrepreneur doit s'assurer de connaître, avant de soumissionner, l'existence de tous les obstacles visibles dans l'emprise et pouvant nuire à la construction, que ces obstacles soient indiqués ou non dans les plans et devis, et de tous les obstacles non apparents indiqués, même approximativement, dans les plans et devis.

Ces obstacles peuvent subsister au moment où le contrat est adjugé. L'entrepreneur doit alors commencer ses travaux là où il n'y a pas d'obstruction afin de laisser aux intéressés le temps nécessaire pour enlever, déplacer ou réaménager les services et les bâtiments. L'entrepreneur doit donc s'assurer de la collaboration des intéressés afin que ces travaux soient faits rapidement, sans dommage et en toute sécurité.

Si certains des ouvrages existant dans l'emprise ne doivent pas être déplacés, l'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires pour les protéger et il assume l'entière responsabilité

de toute réclamation résultant des dommages qui lui sont imputables. Les frais de protection ainsi engagés sont compris dans les prix du contrat.

Le Ministère peut, s'il éprouve des difficultés à obtenir la propriété de toute l'emprise, supprimer du contrat certaines parties des travaux ou isoler et retarder la construction de ces parties, l'entrepreneur n'ayant droit à aucune compensation de ce fait. Cependant, l'entrepreneur peut, s'il lui est impossible de travailler à d'autres parties du contrat, refuser d'exécuter les travaux des parties où la construction a été retardée d'une façon considérable. Si l'entrepreneur use de ce droit, il n'est dégagé d'aucune de ses obligations pour le reste du contrat.

Si certains des ouvrages existant dans l'emprise doivent être déplacés par l'entrepreneur, les travaux nécessaires au déplacement, à la protection ou à la réparation de ces ouvrages non indiqués dans les plans et devis sont payés comme des travaux imprévus.

La protection des équipements de services publics doit être faite selon les exigences de leurs propriétaires, tant pour les équipements qui demeurent en place que pour ceux que l'entrepreneur est chargé de déplacer. L'entrepreneur doit donc prendre contact lui-même avec les propriétaires respectifs de ces équipements pour obtenir l'emplacement exact de ceux-ci ainsi que les instructions nécessaires à leur protection et à celle du public et des travailleurs.

6.14 LOIS ET RÈGLEMENTS VISANT LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Lors de l'exécution des travaux, l'entrepreneur doit respecter les exigences du contrat relatives à la protection de l'environnement, notamment celles relevant de la Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ, chapitre Q-2), de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (RLRQ, chapitre E-12.01), de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (RLRQ, chapitre C-61.1), de la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (RLRQ, chapitre A-18.1), de la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles (RLRQ, chapitre P-41.1), de la Loi sur les pêches (L.R.C., chapitre F-14), de la Loi sur les espèces en péril (L.C., 2002, chapitre 29), de la Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs (L.C., 1994, chapitre 22) et des règlements afférents.

Lorsque des travaux sont exécutés sur les terres forestières du domaine de l'État, l'entrepreneur doit respecter les exigences de la



6 | Obligations et responsabilités de l'entrepreneur

Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (RLRQ, chapitre A-18.1) et de ses règlements, en particulier du Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État (RLRQ, chapitre A-18.1, r. 0.01), ainsi que les plans et devis.

Les dépenses inhérentes à la protection des terres forestières du domaine de l'État sont incluses dans les prix du contrat.

Dans l'habitat d'une espèce animale, les travaux doivent être exécutés selon les exigences des plans et devis ainsi que du Règlement sur les habitats fauniques.

6.15 COMMUNICATIONS

6.15.1 COMMUNICATIONS AVEC LE MINISTÈRE

Tout avis exigé en vertu du présent contrat, pour être valide et lier les parties, doit être donné par écrit et être transmis par un moyen permettant de prouver la réception à un moment précis, aux coordonnées de la partie concernée.

Tout changement d'adresse de l'une ou l'autre des parties doit faire l'objet d'un avis à l'autre partie.

6.15.2 COMMUNICATIONS À L'EXTERNE

Le Ministère est le seul autorisé à prendre contact avec les médias ou à leur fournir de l'information. L'entrepreneur et son personnel doivent collaborer au besoin avec le responsable des communications du Ministère pour des travaux qu'il réalise pour le Ministère.

Pour les communications avec les municipalités, les organismes et les associations, le Ministère assure la coordination et la cohérence des communications que l'entrepreneur peut faire en lien avec les travaux qu'il réalise pour le compte du Ministère. Les demandes de communication doivent être acheminées à la direction générale territoriale du Ministère.

6.15.3 ACTIVITÉS PROMOTIONNELLES

L'entrepreneur s'engage à aviser la direction générale territoriale du Ministère et à obtenir son autorisation avant toute participation à des activités de communication ou de relations publiques liées à la réalisation du contrat — notamment lorsqu'il est sollicité pour accorder une entrevue à la presse écrite ou électronique —, toute présentation à l'occasion de colloques, toute communication à des congrès, toute publication d'articles ou avant toute participation à des concours de reconnaissance. Cette obligation subsiste après la fin du contrat, et ce, sans limite de temps.

L'entrepreneur s'engage à respecter les clauses de visibilité relatives aux activités de communication concernant les travaux qu'il réalise pour le compte du Ministère.

6.16 CONFIDENTIALITÉ

L'entrepreneur s'engage, sans limite de temps, à ce que ni lui ni aucune autre personne travaillant pour lui ou pour l'un de ses sous-traitants qui participent à la réalisation du contrat ne divulguent, sans y être dûment autorisés par le Ministère, l'information du Ministère dont ils ont eu connaissance dans la réalisation du contrat.

6.17 CODE DE CONDUITE DES CONTRACTANTS

Le Code de conduite des contractants, disponible sur le site Web du Ministère (www.transports.gouv.qc.ca), fait partie intégrante du contrat. L'entrepreneur confirme en avoir pris connaissance et en comprendre la portée. Il s'engage à le respecter et il doit s'assurer que ses sous-traitants le respectent également.

7 | Exécution des travaux

7.1 AUTORISATION ÉCRITE DE COMMENCER LES TRAVAUX

L'entrepreneur ne doit pas commencer les travaux avant d'en avoir reçu l'autorisation écrite. Cette autorisation est transmise à l'intérieur d'un délai de 45 jours suivant la signature du contrat par le Ministère. L'autorisation écrite indique la date à partir de laquelle débute le délai contractuel, tel qu'indiqué à l'article «Délais et ordonnancement». Cette date est déterminée par le Ministère conformément aux dispositions du devis spécial. À l'expiration du délai de 45 jours, l'entrepreneur est en droit d'exiger la résiliation de son contrat, par demande écrite transmise au Ministère. L'entrepreneur n'a alors droit à aucune indemnité pour perte de profit ou dommage quelconque.

Malgré l'expiration du délai de 45 jours, le Ministère peut tout de même transmettre l'autorisation écrite à l'entrepreneur si ce dernier n'a pas demandé, par écrit, la résiliation du contrat. L'entrepreneur a alors 7 jours, à compter de la transmission de l'autorisation écrite du Ministère, pour exercer son droit d'exiger la résiliation. À défaut de transmettre au Ministère une demande écrite de résiliation dans les 7 jours, l'entrepreneur est réputé accepter d'exécuter les travaux.

L'entrepreneur doit aviser le Ministère par écrit, au moins 10 jours à l'avance, de la date et des endroits où il entend commencer les travaux. Il doit également fournir un calendrier détaillé des travaux.

7.2 SUSPENSION DES TRAVAUX

Lorsque les travaux sont suspendus, l'entrepreneur doit laisser le chemin public en excellente condition, emmagasiner les matériaux susceptibles de se détériorer, libérer le chemin public de manière à ne pas incommoder la circulation, protéger contre tout dommage et toute avarie les travaux exécutés ou en cours d'exécution et assurer l'égouttement du chemin en creusant les fossés et en construisant les ponceaux temporaires nécessaires. Toute la chaussée sujette à être déneigée durant l'hiver doit être exempte de cailloux, de mottes de terre gelée, de dépressions, etc., susceptibles de nuire aux travaux de déneigement.

7.2.1 SUSPENSION DE COURTE DURÉE PAR L'ENTREPRENEUR

Si l'entrepreneur désire suspendre les travaux pour une courte période et pour des raisons valables, il doit au préalable en aviser le Ministère, en précisant la date de la reprise, au moins 3 jours à l'avance. L'entrepreneur, dans ce cas, demeure tenu de respecter les délais d'exécution stipulés dans son contrat.

7.2.2 SUSPENSIONS DE LONGUE DURÉE OU POUR L'HIVER PAR L'ENTREPRENEUR

Si l'entrepreneur désire suspendre les travaux pour une longue période ou pour la saison d'hiver, il doit, au moins 10 jours à l'avance, aviser le Ministère, obtenir son autorisation et fixer la durée de cet arrêt.

Lorsque les travaux sont suspendus pour une longue période ou pour l'hiver, l'entrepreneur doit, avant de se remettre à l'œuvre, aviser par écrit le Ministère de la date exacte de reprise des travaux au moins 10 jours à l'avance, en tenant compte de la durée de l'arrêt fixée antérieurement.

7.3 CONTINUITÉ DES TRAVAUX

À moins de raisons impérieuses, l'entrepreneur ne doit jamais commencer des travaux qu'il prévoit discontinuer et qui rendraient la circulation difficile ou impossible. Il ne doit pas non plus entreprendre des travaux sur plus d'une longueur raisonnable à la fois, sans avoir démontré au préalable que cela est nécessaire pour les terminer dans le délai stipulé.

7.4 SANTÉ ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL

Comme responsable de l'exécution de l'ensemble des travaux, l'entrepreneur doit remplir les obligations qui lui sont dévolues conformément à la Loi sur la santé et la sécurité du travail (RLRQ, chapitre S-2.1), au Code de la sécurité pour les travaux de construction et aux règlements afférents, présenter un programme global de prévention et créer un comité de chantier, s'il y a lieu.

Il incombe à l'entrepreneur d'éliminer à la source les dangers concernant la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs et de toute personne présente dans les limites du chantier. L'entrepreneur doit donc s'assurer de la collaboration de tous les intervenants sur son chantier : organismes publics, propriétaires ou sociétés de services publics, sous-traitants, fournisseurs, travailleurs, représentants du Ministère, visiteurs, etc., pour mener à bonne fin les travaux en toute sécurité.

7.4.1 INDEMNISATION

L'entrepreneur s'engage à tenir indemne le Ministère de toute réclamation, sanction, pénalité, contravention, et de tout avis d'infraction ou cotisation impayée en matière de santé-sécurité du travail, résultant d'un manquement, d'une faute ou d'une négligence de l'entrepreneur ou de quiconque dont il est légalement responsable ou contractuellement responsable ou imputable.



7 | Exécution des travaux

7.5 COMPÉTENCE DE LA MAIN-D'ŒUVRE

L'entrepreneur doit employer, à titre de chargé de projet, de contremaître général ou de contremaître, des personnes compétentes ayant une expérience pertinente et une formation suffisante pour comprendre facilement les plans et devis. Ces employés doivent diriger les travaux de manière à obtenir des résultats conformes aux exigences du contrat. Ces conditions s'appliquent également aux contremaîtres des sous-traitants.

7.6 ÉTAT ET CAPACITÉ DU MATÉRIEL

L'entrepreneur doit utiliser du matériel approprié, en capacité et en quantité suffisante pour qu'il soit possible d'exécuter les travaux dans le délai fixé dans le contrat. Ce matériel doit être en bon état de fonctionnement et sans danger pour les travailleurs et le public, selon les lois, règlements et décrets en vigueur. Tout matériel qui laisse échapper des liquides dommageables pour les ouvrages ou l'environnement (hydrocarbures, huiles ou autres produits nuisibles) n'est pas autorisé à pénétrer dans les limites du chantier.

7.7 TRANSPORT PAR CAMION

7.7.1 TRANSPORT DE MATIÈRES EN VRAC

Le présent article s'applique au transport en vrac de toutes les matières effectué avec des camions.

Dans le présent article, on entend par :

- camion : tout véhicule ou tout ensemble de véhicules destiné à transporter les matières en vrac;
- chantier de jour : chantier où l'on travaille entre 7 h et 19 h au cours d'une même journée;
- chantier de nuit : chantier où l'on travaille entre 19 h et 7 h le lendemain.

Au moment de l'exécution du contrat, l'entrepreneur et ses sous-traitants doivent utiliser, en tout temps, les services des entreprises de camionnage en vrac selon les modalités et proportions d'une entente de prestation de services convenue entre l'entrepreneur et un titulaire de permis de courtage, ou selon les modalités et proportions stipulées dans les dispositions à défaut d'une entente. Ces entreprises doivent être inscrites au Registre du camionnage en vrac de la Commission des transports du Québec (CTQ).

Leurs services doivent être fournis par un titulaire de permis de courtage de la zone ou de la région où sont exécutés les travaux. En l'absence d'un titulaire de permis de courtage de zone, l'entrepreneur doit traiter avec l'organisme qui le remplace effectivement.

7.7.1.1 Entente de prestation de services entre l'entrepreneur et le ou les titulaires d'un permis de courtage

Avant le début du transport des matières en vrac, l'entrepreneur et le ou les titulaires du permis de courtage conviennent d'une entente écrite de prestation de services. Lorsque, dans la zone où sont exécutés les travaux, il y a plus d'un titulaire de permis de courtage, une entente peut être conclue seulement si tous les titulaires de la zone et l'entrepreneur signent cette entente. Dans le cas contraire, les dispositions à défaut d'une entente s'appliquent.

L'entente convenue entre les parties peut comporter des clauses facultatives négociées. Cependant, celle-ci doit obligatoirement contenir les éléments suivants :

- le nom de l'entrepreneur et, s'il y a lieu, le nom de chaque sous-traitant qui est responsable, selon le contrat, de la partie des travaux visés par l'entente;
- le calendrier prévu des travaux;
- tous les lieux de transport (origines, destinations et, le cas échéant, tout lieu de transformation, de mélange ou de dépôt);
- les distances moyennes de transport;
- la quantité et la nature de toutes les matières à transporter en vrac;
- le nombre total et le genre de camions requis pour satisfaire les besoins en transport de matières en vrac;
- la durée, la période approximative et le calendrier envisagés pour les transports de matières en vrac;
- les conditions particulières pour l'exécution des transports. Les exigences imposées au(x) titulaire(s) d'un permis de courtage par l'entrepreneur ne doivent pas être supérieures à celles imposées à l'entrepreneur par le Ministère;
- les proportions, en nombre de camions des abonnés aux services de courtage, que les parties conviennent de respecter avec, s'il y a lieu, un nombre maximal de camions fournis par le(s) titulaire(s) de permis de courtage. Les valeurs convenues sont immuables pour toute

7 | Exécution des travaux

la durée de l'entente. Chaque camion fourni par un titulaire de permis de courtage doit être identifié par la vignette délivrée par la CTQ attestant son inscription au poste de courtage;

- la base des tarifs utilisée sur les lieux du transport pour chacun des types de transports définis par l'entrepreneur. Dans le cas des contrats de fourniture et de pose d'enrobé de gré à gré sans appel d'offres, les tarifs appliqués sont ceux stipulés dans le *Recueil des tarifs de camionnage en vrac* du Ministère;
- les modalités de facturation et de paiement.

En outre, l'entente doit contenir un engagement du (des) titulaire(s) de permis de courtage à fournir le nom des entreprises, les noms et prénoms des personnes qui fourniront les services demandés par l'entrepreneur, les numéros d'inscription au Registre du camionnage en vrac de la CTQ et le numéro d'identification de chaque camion de ces personnes ou entreprises inscrit sur la vignette délivrée par la CTQ, avant que ceux-ci se présentent sur le chantier. Parmi ces personnes, celles qui sont propriétaires du camion qu'elles conduisent elles-mêmes doivent être désignées comme telles dans l'entente.

L'entente doit aussi contenir l'engagement de l'entrepreneur à fournir au(x) titulaire(s) de permis, dans les meilleurs délais, tout plan de circulation exigé en vertu du Code de sécurité pour les travaux de construction (RLRQ, chapitre S-2.1, r. 4). De même, l'entente doit contenir l'engagement du (des) titulaire(s) de permis à transmettre, dans les meilleurs délais, de tels plans à leurs abonnés. L'entente doit également contenir une disposition pour leurs abonnés, lesquels doivent fournir tout plan de circulation à toute personne appelée à conduire leurs camions sur les chantiers visés par l'entente.

L'entrepreneur doit transmettre au surveillant une copie de l'entente signée par les représentants autorisés des parties.

L'entrepreneur n'est pas autorisé à commencer le transport des matières en vrac avant que le surveillant dispose d'une copie de l'entente signée et que celui-ci autorise le début du transport.

Seule une nouvelle entente peut annuler et remplacer une entente antérieure.

7.7.1.2 Dispositions à défaut d'une entente de prestation de services

En l'absence d'une entente de prestation de services entre l'entrepreneur et le(s) titulaire(s) de permis de courtage, l'entrepreneur est tenu de transmettre au surveillant une confirmation écrite d'absence d'entente, confirmation signée par le représentant autorisé de l'entrepreneur.

Les dispositions suivantes s'appliquent alors, avec la précision qu'en tout temps, une entente peut remplacer les dispositions à défaut d'une entente.

7.7.1.2.1 Conditions générales

Au moment de l'exécution du contrat, l'entrepreneur et ses sous-traitants doivent utiliser, en tout temps, des camions appartenant à des entreprises de camionnage inscrites au Registre du camionnage en vrac de la CTQ. Leurs services doivent être fournis par un (des) titulaire(s) de permis de courtage de la zone ou de la région où s'exécutent les travaux. Chaque camion fourni par un titulaire de permis de courtage doit être identifié par la vignette délivrée par la CTQ attestant son inscription au poste de courtage.

La proportion offerte aux abonnés par l'entrepreneur doit porter sur tous les transports de matières en vrac, quel que soit le moment où ils sont effectués. Cette proportion est calculée pour chacune des matières transportées. Cette obligation s'applique au transport à partir de leur source originale jusqu'au chantier en passant, le cas échéant, par tout lieu de transformation, de mélange ou de dépôt.

Le nombre minimal de camions offerts par l'entrepreneur au(x) titulaire(s) de permis de courtage doit correspondre à 50 % en nombre de camions fournis par le(s) titulaire(s) en rapport avec le nombre total de camions requis. Pour donner suite à cette obligation, chaque journée de travail, le premier et le dernier camion affectés à l'exécution des travaux du contrat doivent être fournis par le(s) titulaire(s) et inscrits au Registre du camionnage en vrac.

Toutefois, l'entrepreneur peut utiliser le premier camion de son choix lors de travaux de pose d'enrobé comprenant l'utilisation d'un véhicule de transfert de matériaux (VTM). S'il choisit un premier camion qui n'est pas fourni par un titulaire de permis de courtage et inscrit au Registre du camionnage en vrac, le deuxième et le dernier camion doivent être fournis par le(s) titulaire(s) et inscrits au Registre de camionnage en vrac et la proportion de 50 % doit être respectée.

7 | Exécution des travaux

7

Cette proportion s'applique pour chacune des matières transportées, à l'exclusion des matériaux de déblai et des matériaux d'excavation, qui sont transportés au moyen de camions conçus pour circuler exclusivement à l'extérieur des chemins publics.

Lorsqu'un seul camion est requis par jour pour plusieurs jours consécutifs d'exécution du contrat, l'entrepreneur peut utiliser en alternance le camion du titulaire de permis de courtage qui est inscrit au Registre du camionnage en vrac et le camion de son choix. L'entrepreneur doit alors indiquer par écrit au(x) titulaire(s) de permis de courtage et au surveillant le nombre de jours où un seul camion sera utilisé. Le partage se fera en alternance, en commençant par un camion fourni par le(s) titulaire(s) de permis de courtage et inscrit au Registre du camionnage en vrac.

Pour l'exécution du contrat, l'entrepreneur est libre d'utiliser simultanément, pour la partie des transports non offerte au(x) titulaire(s) de permis de courtage, des camions appartenant à toute entreprise de camionnage ou à tout fournisseur de matériaux ou prestataire de services. Il peut également utiliser simultanément ses propres camions et ceux de ses sous-traitants.

Lorsque l'entrepreneur utilise des camions conçus pour circuler exclusivement à l'extérieur des chemins publics pour effectuer des transports de matières en vrac autres que des matériaux de déblais et des matériaux d'excavation, chacun de ces camions doit être comptabilisé comme équivalant à 2 camions dans le calcul du nombre minimal de camions offerts par l'entrepreneur au(x) titulaire(s) de permis de courtage. Cette disposition s'applique pour les seuls camions fournis par le(s) titulaire(s) de permis de courtage qui sont des camions porteurs dont la masse totale en charge (MTC) n'excède pas les limites légales applicables sur le réseau routier québécois.

Lorsque, dans la zone où s'exécutent les travaux, il y a plus d'un titulaire de permis de courtage, les transports réservés aux abonnés sont partagés entre ces titulaires selon la répartition établie par le Ministère et publiée sur son site Web (www.transports.gouv.qc.ca) sous l'onglet Entreprises et partenaires > Entreprises de camionnage > Camionnage en vrac > Tableau de répartition des transports entre titulaires de permis d'une même zone de courtage.

7.7.1.2.2 Engagements et responsabilités de l'entrepreneur et du (des) titulaire(s) de permis de courtage

L'entrepreneur doit fournir, par écrit, au(x) titulaire(s) de permis de courtage et au surveillant, avant le début des travaux, les renseignements suivants :

- le calendrier prévu des travaux;
- tous les lieux de transport (origines, destinations et, le cas échéant, tout lieu de transformation, de mélange ou de dépôt);
- la distance moyenne des transports;
- la quantité et la nature de toutes les matières à transporter en vrac;
- le nombre total et le genre de camions requis pour satisfaire les besoins en transport de chacune des matières transportées;
- la durée, la période approximative et le calendrier envisagés pour les transports de matières en vrac;
- les conditions particulières. Les exigences imposées au(x) titulaire(s) d'un permis de courtage par l'entrepreneur ne doivent pas être supérieures à celles imposées à l'entrepreneur par le Ministère. L'entrepreneur ne doit pas avoir d'exigences techniques particulières injustifiées relativement aux camions et à leurs équipements.

L'entrepreneur est tenu de transmettre au surveillant une preuve que le(s) titulaire(s) de permis de courtage a (ont) bien reçu les renseignements fournis par l'entrepreneur.

Au plus tard 5 jours après la réception de ces renseignements fournis par l'entrepreneur, le(s) titulaire(s) de permis de courtage doit (doivent) lui transmettre, de même qu'au surveillant, un avis écrit et signé dans lequel il(s) s'engage(nt) :

- à fournir les camions nécessaires pour respecter les proportions signifiées par l'entrepreneur, tout en satisfaisant aux conditions particulières mentionnées dans les renseignements fournis et en indiquant, s'il y a lieu, un nombre maximal de camions;

ou

- à fournir les camions dans une proportion moindre que celle signifiée par l'entrepreneur, et ce, en précisant la proportion qu'il(s) s'engage(nt) à fournir, tout en satisfaisant aux conditions particulières mentionnées dans les renseignements fournis et en indiquant, s'il y a lieu, un nombre maximal de camions;

7 | Exécution des travaux

ou, le cas échéant,

- à fournir les camions nécessaires dans une proportion excédant celle réservée aux abonnés, comme il a été convenu en réponse à l'offre de transports excédentaires qu'il(s) a (ont) acceptée, tout en satisfaisant aux conditions particulières mentionnées dans les renseignements fournis et en indiquant, s'il y a lieu, un nombre maximal de camions. Cette proportion inclut alors celle réservée aux abonnés et le pourcentage convenu pour les transports en excédent.

De plus, l'avis écrit doit également mentionner que le(s) titulaire(s) reconnaît(aissent) être lié(s) par les dispositions à défaut d'une entente de prestation de services.

Le(s) titulaire(s) de permis de courtage doit (doivent) fournir à l'entrepreneur et au surveillant le nom des entreprises, les noms et prénoms des personnes qui fourniront les services demandés par l'entrepreneur, les numéros d'inscription au Registre du camionnage en vrac de la CTQ et les numéros d'identification de chaque camion de ces personnes ou entreprises inscrit sur la vignette délivrée par la CTQ, avant que ceux-ci se présentent sur le chantier. Parmi ces personnes, celles qui sont propriétaires du camion qu'elles conduisent elles-mêmes doivent être désignées comme telles.

L'entente doit aussi contenir l'engagement de l'entrepreneur à fournir au (aux) titulaire(s) de permis, dans les meilleurs délais, tout plan de circulation exigé en vertu du Code de sécurité pour les travaux de construction (RLRQ, chapitre S-2.1, r. 4). De même, l'entente doit contenir l'engagement du (des) titulaire(s) de permis à transmettre, dans les meilleurs délais, de tels plans à leurs abonnés. L'entente doit également contenir une disposition pour leurs abonnés, lesquels doivent fournir tout plan de circulation à toute personne appelée à conduire leurs camions sur les chantiers visés par l'entente.

Les proportions signifiées par l'entrepreneur auxquelles le(s) titulaire(s) de permis de courtage a (ont) souscrit ou les proportions spécifiées par le(s) titulaire(s) de même que le nombre maximal de camions indiqué par ceux-ci sont immuables pour toute la durée des travaux.

Les demandes de fourniture de camions doivent être communiquées par écrit.

Une demande peut faire état des besoins quotidiens en fourniture de camions jusqu'à 5 jours consécutifs.

L'entrepreneur doit rendre accessibles ses demandes de fourniture de camions au(x) titulaire(s) de permis de courtage entre 8 h 30 et 14 h le jour précédant la période de travail pour un chantier de jour, et entre 7 h et 10 h la journée même d'une période de travail pour un chantier de nuit. Dans le cas des demandes qui couvrent plus d'une période de travail consécutive, l'entrepreneur doit rendre accessibles ses demandes de fourniture de camions au(x) titulaire(s) de permis de courtage entre 8 h 30 et 14 h deux jours avant la période de travail pour un chantier de jour, et entre 7 h et 10 h le jour précédant la période de travail pour un chantier de nuit.

Pour les demandes qui couvrent plus d'une période de travail consécutive, le(s) titulaire(s) de permis de courtage doit(-vent) fournir la réponse pour l'ensemble des périodes couvertes par la réquisition.

Une copie de cette demande est transmise au surveillant.

7.7.1.2.3 Tarifs et facturation

Les tarifs de transport, applicables pour les services de transport des abonnés fournis par le(s) titulaire(s) de permis de courtage, de même que les conditions d'application des tarifs et la description des régions et des secteurs, sont stipulés dans le *Recueil des tarifs de camionnage en vrac* du Ministère. Les prix des transports mentionnés au Recueil sont en vigueur à partir du 1^{er} janvier de chaque année et peuvent, par la suite, être ajustés en tout ou en partie par le Ministère, et cela, en tout temps.

La période de facturation des transports effectués par les abonnés du (des) titulaire(s) couvre 14 jours consécutifs compris entre un dimanche à 0 h 01 et le deuxième dimanche suivant à 0 h 01. L'entrepreneur doit verser au(x) titulaire(s), au plus tard 30 jours après la fin de chaque période, les sommes dues selon les travaux effectués pour la période correspondante.

7.7.1.3 Conséquence en cas de non-respect des dispositions à défaut d'une entente de prestation de services

L'entrepreneur n'est pas autorisé à commencer le transport des matières en vrac s'il est en défaut d'avoir fourni au(x) titulaire(s) les renseignements exigés précédemment selon les modalités prévues, ou si la période allouée au(x) titulaire(s) pour répondre à la demande de l'entrepreneur n'est pas terminée, ou si le surveillant n'a pas autorisé le début du transport.



7 | Exécution des travaux

7

Le défaut d'un titulaire de permis de courtage de transmettre son engagement dans le délai prévu entraîne l'annulation, pour lui-même et ses abonnés, de toutes les dispositions les favorisant en matière de transport en vrac. La proportion des transports qui lui étaient destinés est alors offerte à un autre titulaire de permis de courtage de la zone ou de la région où s'exécutent les travaux et qui a transmis son engagement à temps. Si tous les titulaires sont en défaut à cet égard, l'entrepreneur n'est alors lié par aucune stipulation pour autrui en faveur des titulaires de permis de courtage.

Pour chaque période de travail (chantier de jour ou chantier de nuit) pour laquelle l'entrepreneur n'a pas rendu accessibles, ou a rendu accessibles après les délais prescrits à l'article «Engagements et responsabilités de l'entrepreneur et du (des) titulaire(s) de permis de courtage», ses demandes de fourniture de camions, le(s) titulaire(s) de permis de courtage est (sont) en droit de réclamer à l'entrepreneur, à titre de dommages et intérêts liquidés, un montant de 750\$ pour chacun des camions que l'entrepreneur n'a pas demandé ou a demandé hors délai et qui a été remplacé par d'autres camions que ceux des abonnés selon les pourcentages acceptés ou signifiés par le(s) titulaire(s), et ce, jusqu'à concurrence, s'il y a lieu, du nombre maximal de camions spécifiés par le(s) titulaire(s) de permis de courtage.

L'annulation d'une demande de fourniture de camions est toutefois possible, en tout ou en partie, pour une ou plusieurs périodes de travail visées par une demande si l'entrepreneur en avise par écrit le surveillant de chantier et le(s) titulaire(s) de permis au moins 2 heures avant l'instant où les premiers camions de la demande sont requis, et ce, pour chacune des périodes de travail. Tout avis d'annulation doit faire mention par écrit des événements imprévisibles, indépendants de la volonté de l'entrepreneur ou impliquant un ou des enjeux majeurs, menant à la rédaction de l'avis, pour chacune des périodes de travail, le cas échéant.

Un titulaire de permis de courtage est en droit de réclamer à l'entrepreneur, à titre de dommages et intérêts liquidés, un montant de 750\$ pour chacun des camions visés par une annulation non conforme à l'alinéa précédent. Le Ministère peut considérer une telle annulation comme un cas confirmé de non-respect par l'entrepreneur des stipulations à défaut d'une entente.

Le défaut du (des) titulaire(s) de permis de courtage de répondre à la demande en camions de l'entrepreneur permet à ce dernier d'avoir recours à d'autres camionneurs pour combler ses besoins en camions.

Pour chaque période de travail pour laquelle l'entrepreneur a exprimé ses besoins en camions selon les modalités prévues, celui-ci est en droit de réclamer au(x) titulaire(s) de permis de courtage qui ne satisfait(ont) pas à la demande en camions selon les pourcentages acceptés ou signifiés par le(s) titulaire(s), à titre de dommages et intérêts liquidés, un montant de 750\$ pour chacun des camions demandés, et ce, jusqu'à concurrence, s'il y a lieu, du nombre maximal de camions spécifié par le(s) titulaire(s) de permis de courtage. L'acceptation de la réquisition par le(s) titulaire(s) de permis de courtage est présumée, sauf si un avis écrit de refus parvient à l'entrepreneur avant 17 h la veille pour les chantiers de jour ou 13 h le jour même pour les chantiers de nuit.

Dans le cas des demandes qui couvrent plus d'une période de travail consécutive, l'acceptation de la réquisition par le(s) titulaire(s) de permis de courtage est présumée, sauf si un avis écrit de refus parvient à l'entrepreneur avant 14 h un jour avant la première période de travail pour les chantiers de jour et avant 10 h le jour même pour les chantiers de nuit.

Toutes les sommes dues à titre de dommages et intérêts liquidés doivent être payées à la partie lésée dans un délai de 30 jours. L'entrepreneur ne peut pas se payer lui-même en retenant des sommes dues au(x) titulaire(s) pour les transports que les entreprises abonnées ont effectués.

Les dommages et intérêts liquidés ne peuvent pas être exigés dans les cas de force majeure.

7.7.1.4 Intervention du surveillant

Pour chaque période de travail, lorsqu'une plainte est déposée auprès du surveillant ou que celui-ci constate un écart avec l'entente signée ou avec les dispositions à défaut d'une entente, le surveillant en avise l'entrepreneur et lui demande des explications. Si le surveillant est d'avis que les explications ne sont pas fondées, il transmet un avertissement à l'entrepreneur et lui demande de corriger la situation. Si l'entrepreneur ne corrige pas immédiatement la situation, le surveillant ordonne l'arrêt temporaire des transports de matières en vrac. Avant d'autoriser la reprise des transports en vrac, le surveillant exige la correction de la non-conformité.

Pour chaque cas confirmé de non-respect par l'entrepreneur de l'entente signée ou des stipulations à défaut d'une entente, le Ministère peut appliquer, à titre de dommages et intérêts liquidés, une retenue permanente de 500\$ pour le premier

7 | Exécution des travaux

cas, de 1 000 \$ pour un deuxième cas et de 1 500 \$ pour chaque cas subséquent. La transmission d'un avertissement et d'une demande de correction, sans qu'il y ait arrêt des transports de matières en vrac, ne constitue pas un cas de non-respect menant à l'application d'une pénalité.

7.7.1.5 Ajustement des tarifs

Dans le cas d'une augmentation des tarifs de camionnage du *Recueil des tarifs de camionnage en vrac* du Ministère dont la parution survient après la date de la publication de l'appel d'offres, les dispositions suivantes s'appliquent :

- si les travaux exécutés après la date de l'augmentation se font à l'intérieur du délai stipulé dans le contrat ou à l'intérieur d'un nouveau délai accordé à l'entrepreneur par avenant au contrat, le Ministère, sur présentation des preuves, ajuste le paiement à l'entrepreneur d'un montant équivalant à ces augmentations pour payer les entreprises de camionnage abonnées dont les services ont été fournis par le(s) titulaire(s), plus 10 % pour les frais généraux qui vont à l'entrepreneur;
- si les travaux exécutés après la date de l'augmentation se font à l'extérieur du délai stipulé dans le contrat ou prolongé par le Ministère, l'entrepreneur n'a droit à aucun ajustement. L'entrepreneur est toutefois tenu de payer les entreprises de camionnage abonnées selon les nouveaux tarifs.

Dans le cas d'une diminution des tarifs de camionnage du *Recueil des tarifs de camionnage en vrac* du Ministère dont la parution a lieu après la date de la publication de l'appel d'offres, l'entrepreneur présente chaque mois au Ministère un sommaire des frais engagés pour défrayer les services fournis par le(s) titulaire(s). Le Ministère déduit un montant équivalant à ces diminutions pour tous les transports de matières en vrac effectués par les abonnés dont les services ont été fournis par le(s) titulaire(s) de permis de courtage, moins 10 % pour les frais généraux qui restent à l'entrepreneur. Le Ministère se réserve le droit d'obtenir de l'entrepreneur, sur demande, l'ensemble des factures des abonnés des organismes de courtage, ou de l'organisme de courtage si c'est ce dernier qui fait la facturation, ainsi que les états de compte de l'organisme de courtage.

7.7.1.6 Ajustement des tarifs de camionnage en vrac, lors d'importantes fluctuations du prix du carburant, pour les services fournis par un titulaire de permis de courtage

Lorsque l'entrepreneur utilise les services des entreprises de camionnage en vrac abonnées à un titulaire de permis de courtage et que ces services sont fournis par ce dernier pour effectuer du transport de matières en vrac, un montant d'ajustement est établi, à la hausse ou à la baisse, par le Ministère selon les fluctuations du prix du carburant diesel, et ce, uniquement pour ces transports.

Le montant de l'ajustement est établi en appliquant le pourcentage d'ajustement du mois visé (surcharge ou réduction) au montant des transports effectués durant le mois. Le montant des transports est établi en fonction des tarifs réels prévus au contrat par entente ou selon les modalités prévues aux dispositions à défaut d'une entente. Le pourcentage d'ajustement est publié sur le site Web du Ministère (www.transports.gouv.qc.ca), sous l'onglet Entreprises et partenaires > Entreprises de camionnage > Camionnage en vrac > Tarifs de camionnage en vrac > Ajustement pour l'année en cours – Volume 3 – Tarifs de transport d'agrégats. Dans le cas d'un ajustement à la hausse, la somme est versée par le Ministère à l'entrepreneur général. L'entrepreneur général doit alors remettre cette somme aux entreprises de camionnage en vrac abonnées à un titulaire de permis de courtage visées. Le Ministère verse également à l'entrepreneur général une compensation représentant 10 % de ce montant, qu'il peut conserver afin de couvrir ses frais généraux.

Dans le cas d'un ajustement à la baisse, l'entrepreneur doit percevoir auprès des entreprises de camionnage en vrac abonnées à un titulaire de permis de courtage visées la somme de l'ajustement afin de la remettre au Ministère. L'entrepreneur déduit alors de ce montant qu'il doit verser au Ministère une compensation représentant 10 % de celui-ci, qu'il peut conserver afin de couvrir ses frais généraux.

L'entrepreneur doit transmettre mensuellement au Ministère un sommaire des frais engagés envers les entreprises de camionnage en vrac pour les transports effectués durant le mois. Ce sommaire doit faire état de l'ajustement applicable à ces transports. Le Ministère se réserve le droit d'obtenir de l'entrepreneur, sur demande, l'ensemble des factures des abonnés des organismes de courtage, ou de l'organisme de courtage si c'est ce dernier qui fait la facturation, ainsi que les états de compte

7 | Exécution des travaux

de l'organisme de courtage. L'ajustement est versé à l'entrepreneur ou retenu sur présentation du sommaire des frais engagés pour les transports effectués durant chaque mois.

L'entrepreneur est tenu de majorer ou de réduire, le cas échéant, le paiement des transports aux entreprises de camionnage en vrac abonnées en appliquant l'ajustement du mois visé au montant des transports.

7.7.1.7 Stipulation pour autrui

L'entrepreneur et le titulaire de permis de courtage conviennent qu'aucune réclamation n'est admissible contre le Ministère en sa qualité de stipulant.

7.7.2 RESPECT DES LIMITES DE CHARGES DES VÉHICULES

L'entrepreneur ne doit faire circuler sur les chemins publics et ouvrages d'art aucun véhicule ni matériel dont la masse totale en charge (MTC) excède les limites. Ces limites sont les plus basses entre les limites légales, les limites affichées sur les lieux et les limites prescrites aux plans et devis. Cette interdiction s'applique partout à l'extérieur du chantier ainsi qu'à l'intérieur de celui-ci, sur l'infrastructure de chaussée préparée conformément aux exigences de préparation de l'infrastructure de la section «Terrassements», au-dessus de la ligne d'infrastructure et sur les ouvrages d'art. Elle s'applique aussi pendant la période de dégel. De plus, lorsque le transport doit s'effectuer sur le réseau routier municipal, l'entrepreneur doit respecter les règlements municipaux.

L'entrepreneur est entièrement responsable de faire respecter les limites de charges dans le transport des matières en vrac. Pour ce faire, il doit appliquer en tout temps un plan de contrôle des charges des camions.

7.7.2.1 Plan de contrôle

Le plan de contrôle des charges doit décrire en détail les moyens que l'entrepreneur s'engage à prendre pour respecter les limites de charges. Les dispositions du plan de contrôle doivent :

- assurer le contrôle de la MTC des camions qui entrent et de ceux qui sortent du chantier en empruntant les chemins publics;
- assurer le contrôle de la MTC des camions qui circulent à l'intérieur du chantier sur l'infrastructure de chaussée préparée conformément aux exigences de préparation de l'infrastructure de la section «Fondations de chaussée», au-dessus de la ligne d'infrastructure ou sur des ouvrages d'art;

- indiquer la période de transport de même que les quantités, la nature, les sources et les destinations des matières transportées;
- contenir la liste de la masse maximale en charge de chacun des camions. Tous les camions des abonnés fournis par le(s) titulaire(s) de permis de courtage de la Commission des transports du Québec, ceux de l'entrepreneur et ceux de ses sous-traitants sont visés;
- imposer la tenue d'un registre de pesée des camions pour chaque appareil de pesée;
- inclure un spécimen du coupon pour chaque appareil de pesée;
- définir les modalités d'application des retenues que l'entrepreneur entend appliquer aux camionneurs ne respectant pas les limites de charge, par le biais du titulaire du permis de courtage, le cas échéant. L'entrepreneur peut imputer à ces derniers un maximum de 150\$ par retenue, à moins qu'une note contresignée indiquant un dépassement présumé par le conducteur n'apparaisse sur le coupon, auquel cas une telle retenue est interdite relativement au dépassement de la MTC.

Une copie de ce plan doit être remise au surveillant pour acceptation. Une fois le plan accepté, l'entrepreneur doit le transmettre au(x) titulaire(s) de permis de courtage avec qui il traite. L'entrepreneur ne doit pas commencer les transports sans avoir obtenu l'autorisation écrite du surveillant.

7.7.2.2 Appareil de pesée

Pour les matériaux d'emprunt, l'utilisation d'une balance autonome, d'une balance montée sur chargeur ou d'une balance montée sur camion est exigée sur tous les sites d'approvisionnement si le matériau est transporté sur les chemins publics, les ouvrages d'art ou les infrastructures routières. L'utilisation d'une balance autonome est toutefois obligatoire sur tout site d'approvisionnement en matériau d'emprunt si une telle balance est disponible sur ce site.

Tous les appareils de pesée doivent être fiables. Les balances autonomes doivent avoir une capacité et une géométrie appropriées pour loger chaque camion en entier et pour permettre la pesée en une seule opération.

L'original du coupon de pesée doit être signé par le chauffeur du camion, dont le coupon indique la MTC, et être par la suite remis au surveillant. Si le chauffeur croit que la MTC dépasse la limite, bien que la masse inscrite sur le coupon soit inférieure, celui-ci doit y inscrire une note en ce sens, la faire contresigner par le responsable

7 | Exécution des travaux

du chargement avant d'effectuer le transport et en aviser l'entrepreneur immédiatement après le déchargement.

Pour tous les autres matériaux transportés sur les chemins publics, les ouvrages d'art ou les infrastructures routières, notamment les matériaux de déblai, l'entrepreneur doit prendre les moyens nécessaires pour assurer le respect de la MTC.

Les MTC de tous les camions sont sujettes au contrôle du surveillant, que leur chargement ait été pesé ou non.

7.7.2.3 Pesée de contrôle

Le surveillant fait procéder à des vérifications fréquentes de la masse des camions en charge. Pour ce faire, l'entrepreneur doit faire conduire tout camion chargé que le surveillant désigne à la balance choisie par ce dernier. Les pesées de contrôle sont exigées à raison d'un minimum d'un camion pour la première tranche de 1000 t transportées, et par la suite, d'un minimum d'un camion par tranche additionnelle de 5000 t, toutes matières confondues.

En plus de ce qui précède, un minimum d'une pesée de contrôle est exigée par site d'approvisionnement en matériau d'emprunt. Un minimum d'une pesée de contrôle est également exigée pour les déblais.

7.7.2.4 Conséquences en cas de défaut

Tout dépassement de la limite constaté lors d'une pesée de contrôle, ou même lors d'une vérification ultérieure des coupons de pesée, entraîne une retenue à titre de dommages et intérêts liquidés de 300 \$ par dépassement.

De plus, si 2 retenues pour dépassement de la limite de charge sont appliquées pour des matières d'une même provenance, l'entrepreneur doit suspendre le transport de toutes les matières de cette provenance. Il doit ensuite corriger la situation et faire procéder à ses frais à une pesée de contrôle. Par la suite, l'entrepreneur ne doit reprendre les transports des matières de cette provenance qu'après avoir obtenu l'autorisation écrite du surveillant.

Enfin, si 4 retenues pour dépassement de la limite de charge sont appliquées pendant la durée du contrat, toutes matières confondues, l'entrepreneur doit suspendre le transport de toutes les matières en vrac. Il doit ensuite réviser son plan de contrôle de façon à corriger la situation et le présenter à nouveau au surveillant. Le plan révisé doit être remis au surveillant pour acceptation.

Par la suite, l'entrepreneur ne doit reprendre les transports qu'après avoir obtenu l'autorisation écrite du surveillant.

Dans chaque cas, c'est-à-dire 2 retenues pour dépassement pour une matière d'une même provenance ou 4 retenues pour dépassement, toutes matières confondues, l'autorisation de reprendre les transports sans annuler les retenues a pour effet de reprendre le compte respectif des retenues pour dépassement à zéro.

Aucun prolongement de délai n'est accordé à la suite d'un arrêt des travaux à cause d'un dépassement de la limite de charge.

7.7.2.5 Mode de paiement

Lors d'une pesée de contrôle, si un dépassement de la limite est constaté, l'aller et le retour, du site où le surveillant a demandé ce contrôle à celui de la pesée, ne sont pas payés à l'entrepreneur. Dans le cas contraire et quand la pesée est exigée par le surveillant, l'entrepreneur est dédommagé pour le temps du contrôle selon les tarifs horaires prévus au *Recueil des tarifs de camionnage en vrac* du Ministère, majorés de 10 %.

Tous les autres frais engagés pour le contrôle des charges par l'entrepreneur sont inclus dans les prix unitaires ou globaux des matières à transporter.

7.7.3 Transport additionnel

Lorsque le contrat stipule le paiement de transport additionnel, le prix unitaire du matériau transporté doit inclure le coût du transport pour le premier kilomètre de la distance à parcourir.

Le transport additionnel est le produit de la distance totale, diminuée du premier kilomètre, par la quantité de matériaux transportés en tonnes; le produit, qui s'exprime en t • km, est déterminé selon le plus court chemin praticable et logique, privé ou public, entre le point de chargement dans les camions et le point d'utilisation. Une fraction de la distance totale est considérée comme 1 km.

Le point de départ du transport d'un matériau brut ou usiné est le point de chargement du camion qui en effectue le transport jusqu'au point d'utilisation.

7.8 DÉLAIS ET ORDONNANCEMENT

Le délai stipulé dans le contrat pour terminer les travaux est le délai contractuel, quel que soit le calendrier présenté par l'entrepreneur. Ce délai commence à compter de la date indiquée dans l'autorisation écrite de commencer les travaux.

7 | Exécution des travaux

7

Le nombre de mois considérés dans le délai contractuel exclut les mois de décembre, janvier, février, mars, avril et mai. En outre, le mois de novembre est exclu pour les travaux de revêtement de chaussées en enrobé ou en béton, pour les travaux de réparation de béton et pour les travaux de peinture de surface d'acier au chantier.

Cependant, durant les mois mentionnés précédemment, l'entrepreneur peut exécuter les travaux réalisables en cette période.

Un délai court, qui est le temps effectif alloué pour l'exécution des travaux, c'est-à-dire le nombre de jours consécutifs de calendrier entre le premier et le dernier jour d'exécution des travaux en chantier, peut être stipulé au contrat. Un délai court peut aussi être stipulé pour une partie des travaux seulement, à l'intérieur des délais régissant l'ensemble du contrat. Les mois exclus du délai contractuel sont comptabilisés dans le délai court si l'entrepreneur décide d'effectuer des travaux durant cette période.

Chaque mois, l'entrepreneur compare l'avancement des travaux et le calendrier le plus récent qu'il a soumis. Il transmet alors au Ministère un calendrier révisé qui tient compte de tous les retards accumulés au cours du mois et qui doivent être rattrapés au cours du mois suivant.

S'il survient, au cours des travaux, des causes sérieuses de retard indépendantes de sa volonté, l'entrepreneur peut demander par écrit au Ministère une prolongation de délai en la justifiant. Cette demande doit parvenir au Ministère au moins 1 mois avant l'expiration du délai stipulé ou, lorsque ce dernier est inférieur à 2 mois, avant que la moitié du délai pour terminer les travaux soit écoulée.

Dans les cas de force majeure et pour des raisons acceptables pour le Ministère, la durée de la prolongation est déterminée, et le nouveau délai fixé est consigné par avenant au contrat.

Ni l'acceptation par le Ministère de modifier le délai stipulé dans le contrat, ni la présentation par l'entrepreneur d'un calendrier accéléré des travaux, ni la demande et l'exécution de travaux imprévus ou additionnels, ni aucune autre cause de non-respect du délai stipulé ne peuvent servir de prétexte à l'entrepreneur pour réclamer des dommages consécutifs au prolongement des travaux si le Ministère n'a pas ralenti ou interrompu de son propre chef et de façon explicite les travaux de l'entrepreneur.

7.8.1 INTEMPÉRIES

Dans le présent article, on entend par « chantier de jour » un chantier où on travaille entre 7 h et 19 h au cours d'une même journée, et par « chantier de nuit » un chantier où on travaille entre 19 h et 7 h le lendemain.

Si, au cours de travaux de pose d'enrobé, des intempéries empêchent la réalisation des travaux, le délai court peut être prolongé de la façon suivante :

- pour les travaux de jour :
 - ♦ un jour de travail, si les travaux sont interrompus entre 7 h et 10 h et qu'ils ne reprennent pas au cours de la journée,
 - ♦ un demi-jour de travail, si les travaux sont interrompus entre 10 h et 16 h et qu'ils ne reprennent pas au cours de la journée,
 - ♦ si les travaux sont interrompus après 16 h, aucun délai supplémentaire n'est accordé;
- pour les travaux de nuit :
 - ♦ une nuit de travail, si les travaux sont interrompus entre 19 h et 22 h et qu'ils ne reprennent pas au cours de la nuit,
 - ♦ une demi-nuit de travail, si les travaux sont interrompus entre 22 h et 4 h et qu'ils ne reprennent pas au cours de la nuit,
 - ♦ si les travaux sont interrompus après 4 h, aucun délai supplémentaire n'est accordé.

Si les travaux reprennent au cours d'une même période de travail (jour ou nuit), mais qu'ils ont été interrompus pour une durée supérieure à 3 heures consécutives, une demi-période (jour ou nuit) de travail peut être reportée.

L'entrepreneur doit remettre au Ministère une demande écrite afin de se voir accorder ces périodes, en y précisant l'heure de l'arrêt des travaux.

7.8.2 DÉFAUT DE TERMINER LES TRAVAUX DANS LE DÉLAI PRESCRIT

L'entrepreneur, à défaut de terminer les travaux dans le délai stipulé dans le contrat, ou le contrat révisé par avenant, doit payer au Ministère, à titre de dommages et intérêts liquidés, le montant stipulé au contrat.

Ce montant est déduit des montants dus ou qui deviendront dus à l'entrepreneur. Aucun paiement fait par le Ministère, avant ou après

7 | Exécution des travaux

l'expiration du délai, ne peut être interprété comme une renonciation à de tels dommages et intérêts liquidés.

L'absence au contrat d'une clause particulière relative aux dommages et intérêts liquidés ne constitue pas une renonciation de la part du Ministère à la récupération des montants liés aux préjudices causés par le défaut de l'entrepreneur de satisfaire aux exigences relatives au délai et à l'ordonnancement des travaux.

7.9 TRAVAUX NON AUTORISÉS

Le Ministère ne fait mesurer ni ne paie les travaux faits en dehors des limites figurant dans les documents du contrat ou en dehors des lignes que le surveillant a implantées sur le terrain. À ses frais et dépens, l'entrepreneur doit, si le Ministère juge la chose nécessaire, défaire les ouvrages non autorisés formellement et remettre les lieux dans leur état original.

7.10 TRAVAUX DÉFECTUEUX

Tous les travaux non conformes aux plans et devis ou aux autres stipulations du contrat sont considérés comme défectueux. À la suite d'un avis écrit du Ministère, l'entrepreneur doit indiquer la correction qu'il entend apporter et corriger les travaux défectueux, à ses frais, ou les refaire selon les plans et devis, et ce, dans les plus courts délais.

Si l'entrepreneur soumet une correction jugée inacceptable, refuse ou néglige de corriger les travaux défectueux conformément à son avis, le Ministère peut alors arrêter les travaux et faire démolir et remplacer, ou défaire et refaire, les travaux ainsi jugés défectueux, et imposer le paiement des dépenses engagées ou à venir à l'entrepreneur au moyen de déductions dans les paiements ou à même les retenues ou garanties. Cependant, dans tous les cas où une urgence nécessite que ces corrections ou réfections soient faites immédiatement, l'entrepreneur doit procéder sans délai sur un ordre écrit du Ministère.

7.11 NETTOYAGE ET REMISE EN ÉTAT DES LIEUX

Lorsque les travaux sont terminés, l'entrepreneur doit enlever de l'emprise non seulement son matériel, mais aussi les matériaux inutilisés, les déchets, les rebuts, les cailloux, les pierrailles, et les débris de bois, de souches ou de racines; nettoyer les emplacements des matériaux et du matériel; remettre en bon état les fossés et les cours d'eau

qu'il a obstrués; réparer ou reconstruire les clôtures et autres ouvrages nécessaires qu'il a démolis ou endommagés et se défaire de tous les matériaux, et cela, de manière à ne pas déparer les abords des travaux et des ouvrages connexes. Enfin, il doit réparer tous les autres dommages et dégâts qu'il a causés sur le site des travaux, à la propriété publique ou privée touchée par ses travaux, aux plans d'eau, aux sites de campement, de remisage du matériel, d'entreposage de matériaux ou d'approvisionnement en matériaux, à l'environnement et au territoire forestier ou agricole. Il doit également procéder à la restauration du couvert forestier sur les terres forestières du domaine public.

Si cet ouvrage est mentionné au bordereau, le prix en est fixé par le Ministère. Il fait l'objet d'un paiement global et il est payé quand le travail est terminé à la satisfaction du Ministère. Tous les frais excédentaires engagés pour cet ouvrage doivent être inclus dans les autres prix unitaires du bordereau.

Si cet ouvrage ne figure pas au bordereau, les coûts de ces travaux sont considérés comme des frais divers, et les prix unitaires et globaux incluent toutes les dépenses engagées pour leur exécution.

7.12 RECOURS À LA CAUTION EN CAS DE DÉFAUT DE L'ENTREPRENEUR

Si l'entrepreneur néglige ou refuse de remplir l'une ou l'autre de ses obligations, si les travaux progressent trop lentement ou s'il devient évident qu'ils ne pourront pas être terminés dans le délai prévu dans le contrat, le Ministère le met en demeure de prendre les mesures nécessaires pour mener les travaux à bonne fin. Si la garantie d'exécution des travaux a été fournie sous forme de cautionnement, une copie de la mise en demeure est transmise à la caution.

Quarante-huit heures après la mise en demeure, en cas d'inaction de l'entrepreneur, le Ministère peut faire exécuter les travaux comme il l'entend aux frais et dépôts de l'entrepreneur. Toutefois, si la garantie a été fournie sous forme de cautionnement, 48 heures après la mise en demeure, en cas d'inaction de l'entrepreneur, le Ministère avise la caution de compléter les travaux aux prix du contrat. Quinze jours après l'envoi de cet avis, en cas d'inaction de la caution, le Ministère peut faire exécuter les travaux comme il l'entend aux frais de la caution et de l'entrepreneur.

7 | Exécution des travaux

7.13 INSPECTION ET RÉCEPTION DES TRAVAUX

Lorsque les travaux sont terminés et qu'ils sont prêts pour la réception, l'entrepreneur en avise le surveillant par écrit. Ce dernier dispose alors de 30 jours pour procéder à l'inspection des travaux. Si le surveillant ne trouve pas les travaux acceptables, il en donne avis à l'entrepreneur par écrit, en indiquant les déficiences à corriger, les omissions et les lacunes à combler et, au besoin, le nettoyage et les restaurations à faire avant que les travaux puissent être reçus sans réserve et que l'entrepreneur soit dégagé de ses responsabilités immédiates d'entretien.

L'entrepreneur doit alors, dans un délai raisonnable stipulé par le Ministère, prendre les mesures nécessaires pour parfaire le tout selon les plans et devis ainsi que les usages et les règles de l'art.

L'avis de réception confirmant que l'ouvrage est prêt pour l'usage auquel il est destiné, que l'entrepreneur a apporté les corrections nécessaires aux déficiences qui lui ont été signifiées et que tous les travaux sont parachevés décharge l'entrepreneur de ses responsabilités et obligations, sauf celles relatives aux malfaçons ou aux vices cachés dans la construction.

Le Ministère peut délivrer un avis de réception avec réserve déclarant que les ouvrages sont terminés en très grande partie, que les travaux à parachever et faisant l'objet de la réserve ne peuvent pas l'être en raison de conditions indépendantes de la volonté de l'entrepreneur, que la valeur des travaux à corriger, excluant ceux qui doivent être parachevés, est égale ou inférieure à 0,5 % du montant total du contrat et que ces travaux à corriger ou à parachever, attestés et énumérés par écrit, ne peuvent d'aucune façon nuire à l'usage immédiat de l'ensemble en toute sécurité. Le Ministère fait la réception des travaux ayant fait l'objet de la réserve une fois que ces ouvrages sont terminés ou corrigés.

8 | Mesurages, paiements et retenues

8.1 MODE DE MESURAGE

Seules les mesures prises par le surveillant servent à établir les quantités finales. Dans le cas de contestation, l'entrepreneur doit prouver que ces mesures sont erronées.

8.1.1 CALCUL DES VOLUMES

Le volume des matériaux payés au mètre cube est calculé par sections théoriques établies à partir d'une modélisation de la surface du terrain naturel au lieu d'origine, suivant la méthode de la moyenne des aires ou encore par différence des surfaces modélisées du terrain existant et de celui qui est projeté.

S'il est impossible de faire autrement, les quantités des matériaux sont mesurées dans les camions. Ce mesurage a lieu à l'arrivée des camions à pied d'œuvre, et rien n'est alloué pour le tassement attribuable au transport. Les mesures linéaires se font à 1 cm près. Chaque chargement doit être mesuré et contrôlé. Le volume qui n'a pas été ainsi mesuré et vérifié avant d'être déchargé entièrement à pied d'œuvre est évalué par le surveillant. La surface du contenu de la benne doit être suffisamment aplanie par l'entrepreneur, à ses frais, pour permettre le mesurage rapide et précis de la hauteur des matériaux.

8.1.2 PESÉE

Les matériaux payés à la tonne doivent avoir été pesés à l'aide d'un appareil dont le modèle est approuvé au Canada et inspecté par Mesures Canada en vertu de la Loi sur les poids et mesures (L.R.C. (1985), ch. W-6). Lorsque l'appareil ne comporte pas le numéro d'approbation sur la plaque signalétique et l'étiquette ou la marque au poinçon posée par Mesures Canada, l'entrepreneur doit fournir le certificat d'inspection livré par Mesures Canada, sinon l'appareil sera refusé à l'utilisation. De plus, l'entrepreneur doit fournir au surveillant un certificat de calibration et de conformité datant de moins d'un an livré par un fournisseur de services autorisé par Mesures Canada.

Les coupons de pesée doivent se suivre par ordre numérique et comporter les espaces nécessaires pour y inscrire :

- par le peseur :
 - ♦ le nom de l'entrepreneur,
 - ♦ la date et l'heure de départ,
 - ♦ le nom du propriétaire du camion,
 - ♦ le numéro d'immatriculation,
 - ♦ la provenance du matériau,

- ♦ l'identification du matériau,
- ♦ la référence au numéro de la formule d'enrobé,
- ♦ la destination du matériau,
- ♦ la masse brute,
- ♦ la masse à vide du camion,
- ♦ la masse nette,
- ♦ la signature du peseur;
- par le receveur :
 - ♦ le site exact de livraison du matériau,
 - ♦ la signature du receveur,
 - ♦ l'heure d'arrivée.

L'original du coupon de pesée, le rapport quotidien des matériaux transportés (formulaire V-0150 ou l'équivalent) ainsi que le formulaire de contrôle de la tare (formulaire V-0863 ou l'équivalent) doivent être remis au surveillant.

8.2 PRIX UNITAIRES OU GLOBAUX À FORFAIT

Chacun des prix unitaires ou globaux du contrat est à forfait. L'entrepreneur s'engage à faire l'ouvrage pour ce prix unique, à gain ou à perte. Le prix unitaire ou global d'un ouvrage doit donc compenser toutes les dépenses, tous les travaux, déboursés, paiements, frais directs ou indirects, mobilisations, démobilisations et tous les actes, tous les faits, toutes les responsabilités, obligations, omissions et erreurs de l'entrepreneur liés à la réalisation de cet ouvrage.

À moins d'indications contraires dans les plans et devis, pour ce même prix unitaire ou global, l'entrepreneur fournit les matériaux, la main-d'œuvre, le matériel et les accessoires nécessaires à l'exécution de l'ouvrage.

Le prix unitaire ou global inclut également le transport et la mise en œuvre des matériaux, de même que tous les frais généraux de l'entreprise : administration, assurances, cotisations, intérêts, loyers, taxes et autres dépenses incidentes. Il doit englober les pertes et dommages pouvant résulter de la nature des travaux, de la fluctuation des prix et salaires, des risques de l'entreprise, des grèves, des retards non imputables au Ministère, des restrictions relatives au transport, des accidents et de l'action des éléments de la nature.

Les prix du contrat sont en dollars canadiens et ne comprennent pas la taxe sur les produits et services (TPS) ni la taxe de vente du Québec (TVQ). Ces taxes, si elles sont applicables, s'ajouteront à la facturation.



8 | Mesurages, paiements et retenues

Lorsque le prix d'un ouvrage est stipulé par le Ministère sur le bordereau ou dans les plans et devis, il est la seule rémunération pour toutes les dépenses engagées pour l'exécution de cet ouvrage. Si le prix stipulé par le Ministère n'est pas jugé suffisant par l'entrepreneur, le coût excédentaire doit être inclus dans les autres ouvrages du bordereau.

8.3 MATÉRIAUX FOURNIS PAR LE MINISTÈRE

Le Ministère fournit certains matériaux requis pour l'exécution des travaux, lorsque cela est stipulé aux plans et devis. Dans ce cas, le prix unitaire de l'ouvrage comprend toutes les dépenses pour le chargement, le transport, l'assurance sur le transport, le déchargement, l'entreposage, les travaux visant à les rendre conformes et la mise en œuvre de ces matériaux.

Ces matériaux sont livrés à l'entrepreneur par le Ministère, à l'usine, à l'entrepôt ou au lieu d'extraction, et l'entrepreneur en a la responsabilité à partir du moment de leur livraison.

8.4 AVENANT AU CONTRAT

L'avenant au contrat a notamment pour but :

- d'autoriser l'exécution d'ouvrages imprévus lorsqu'ils sont nécessaires;
- de formuler une entente concernant certains changements des conditions d'exécution des ouvrages, lorsque ces conditions sont manifestement différentes de celles qui sont indiquées dans les documents du contrat.

À cet effet, l'entente intervenant entre l'entrepreneur et le surveillant ne devient exécutoire que lorsque ses modalités sont approuvées par le Ministère.

Les parties peuvent conclure une entente selon l'une ou l'autre des modalités décrites aux articles suivants.

8.4.1 PRIX GLOBAL À FORFAIT

Lorsque les travaux sont déterminés de façon précise et détaillée et qu'un prix est convenu et accepté par les deux parties pour le tout, il s'agit d'un prix global à forfait.

8.4.2 PRIX UNITAIRE À FORFAIT

Lorsque les spécifications relatives aux travaux sont déterminées de façon précise et détaillée, mais que toutes les quantités ou certaines des quantités ne sont fournies qu'à titre estimatif, il s'agit d'un prix unitaire à forfait.

8.4.3 PRIX COÛTANT MAJORÉ

La méthode du prix coûtant majoré est utilisée lorsque les travaux sont de nature telle que les prix ne peuvent pas être déterminés clairement ou lorsque l'urgence des travaux est telle qu'il est nécessaire de les commencer avant que les spécifications relatives à ces travaux ne soient déterminées.

De plus, à la fin de chaque journée d'ouvrage, le représentant du surveillant et l'entrepreneur comparent leur registre respectif du temps payable et des matériaux utilisés en vue de s'entendre sur un seul document, qui est signé en 2 copies par chacune des parties et dont une copie va au Ministère et l'autre à l'entrepreneur.

Tous les états de compte de l'entrepreneur doivent être détaillés et accompagnés des pièces justificatives exigées. L'entrepreneur doit permettre à tout représentant autorisé du gouvernement d'inspecter ses livres, ses bordereaux de paie, ses prix de revient et tout autre document servant de base à la préparation de ses états de compte.

Lorsque la modalité «à prix coûtant majoré» est retenue, les ouvrages sont faits en régie et le calcul des paiements à effectuer correspond aux coûts réels de l'entrepreneur et des sous-traitants, et doit inclure les taxes et autres droits imposés par toute autorité compétente sur la main-d'œuvre, les matériaux, la machinerie lourde, l'équipement divers, petit outillage et autre matériel requis et auxquels l'entrepreneur est assujéti, à l'exclusion de la taxe sur les produits et services (TPS) et de la taxe de vente du Québec (TVQ). Ces taxes, si elles sont applicables, s'ajouteront à la facturation.

Le calcul des paiements à effectuer est établi selon les données qui suivent et doit inclure tout autre coût de main-d'œuvre, de matériaux, de machinerie lourde, d'équipement divers, petit outillage et autre matériel requis, non spécifié et attribuable à des changements dans les conditions d'exécution ou à l'exécution de travaux imprévus.

8.4.3.1 Coûts

8.4.3.1.1 Coût de la main-d'œuvre

Le coût de la main-d'œuvre est constitué :

- des salaires versés aux ouvriers ainsi qu'au contremaître et, le cas échéant, au surintendant qui supervise les salariés sur le chantier, conformément à la convention collective ou au décret des travailleurs du secteur génie civil et voirie, auxquels s'ajoutent les avantages sociaux applicables aux salaires;

8 | Mesurages, paiements et retenues

- des frais de déplacement et d'hébergement des salariés additionnels requis.

Aucun paiement direct n'est fait aux employés de l'entrepreneur qui travaillent généralement au siège social, à un bureau général, au bureau de chantier, dans un garage ou un entrepôt.

8.4.3.1.2 Coût des matériaux

Le coût des matériaux est constitué du coût de tous les matériaux, produits, fournitures, y compris les matériaux incorporés à l'ouvrage en raison de changements dans les conditions d'exécution ou à l'exécution de travaux imprévus, en plus des frais de transport, d'entreposage et de manutention de ceux-ci, le tout correspondant au plus bas prix consenti à l'entrepreneur et aux sous-traitants.

8.4.3.1.3 Coût de la machinerie lourde

Le coût de la machinerie lourde est constitué :

- du coût de transport et de montage lorsque la machinerie requise ne se trouve pas déjà sur le chantier. Le temps consacré aux réparations et à l'entretien n'est pas payable;
- du coût d'utilisation de la machinerie lourde calculé à l'aide des taux horaires suivants :
 - lorsque, pour un type de matériel, un taux de location est publié dans le document *Taux de location de machinerie lourde avec opérateur et équipements divers* produit par la Direction générale des acquisitions intersectorielles du Centre d'acquisitions gouvernementales, ce taux, en excluant le taux de l'opérateur, est utilisé pour établir le coût d'utilisation de ce matériel,
 - lorsqu'un type de matériel ne figure pas dans le document *Taux de location de machinerie lourde avec opérateur et équipements divers*, le taux utilisé pour établir le coût d'utilisation de ce matériel est :
 - le taux de location interne, en excluant l'administration et les profits, lorsque le matériel appartient à l'entrepreneur,
 - le taux de location interne, en excluant l'administration et les profits, ou le taux facturé lorsque le matériel appartient à un sous-traitant,
 - le taux facturé lorsque le matériel appartient à un fournisseur.

Le taux de location interne et le taux facturé sont susceptibles d'être vérifiés et doivent être approuvés par le Ministère.

8.4.3.1.4 Coût de l'équipement divers, petit outillage et autre matériel

Le coût de l'équipement divers, petit outillage et autre matériel est constitué :

- du coût de transport et de montage lorsque l'équipement divers, petit outillage et autre matériel requis ne se trouvent pas déjà sur le chantier. Le temps consacré aux réparations et à l'entretien n'est pas payable;
- du coût d'utilisation de l'équipement divers, petit outillage et autre matériel calculé à l'aide des taux horaires suivants :
 - lorsque, pour un type de matériel, un taux de location indicatif est publié dans le document *Taux de location de machinerie lourde avec opérateur et équipements divers* en vigueur au gouvernement, ce taux, en excluant le taux de l'opérateur, est utilisé pour établir le coût d'utilisation de ce matériel,
 - lorsqu'un type de matériel ne figure pas dans le document *Taux de location de machinerie lourde avec opérateur et équipements divers*, le taux utilisé pour établir le coût d'utilisation de ce matériel est :
 - le taux de location interne, en excluant l'administration et les profits, lorsque le matériel appartient à l'entrepreneur,
 - le taux de location interne, en excluant l'administration et les profits, ou le taux facturé lorsque le matériel appartient à un sous-traitant,
 - le taux facturé lorsque le matériel appartient à un fournisseur.

Le taux de location interne et le taux facturé sont sujets à vérification et doivent être approuvés par le Ministère.

L'équipement ou les outils à main tels que les marteaux, les pinces ou autres ne sont pas payables.

8.4.3.1.5 Coût du transport en vrac

Le transport en vrac est payé selon les taux et tarifs inscrits dans le *Recueil des tarifs de camionnage en vrac* du Ministère.

8 | Mesurages, paiements et retenues

8.4.3.1.6 *Autres frais*

Le coût accepté pour les autres frais doit être directement attribuable à des changements dans les conditions d'exécution ou à l'exécution de travaux imprévus et est constitué :

- des protections, des installations temporaires et des ouvrages de sécurité additionnels;
- des frais d'énergie et de chauffage;
- du coût d'enlèvement et d'élimination des ordures et des débris;
- des primes additionnelles de cautionnement et d'assurance que l'entrepreneur doit payer à la suite de l'augmentation du prix de son contrat;
- du coût additionnel du contrôle de la qualité des travaux par le responsable de l'assurance qualité ou le surintendant;
- des redevances et des droits de brevet applicables.

8.4.3.2 *Majorations*

La majoration inclut les frais généraux, les frais d'administration et les profits.

8.4.3.2.1 *Majoration du coût de la main-d'œuvre, des matériaux et des autres frais*

Lorsque les travaux sont exécutés par l'entrepreneur, le coût de la main-d'œuvre, des matériaux et des autres frais est majoré de 15 %. Lorsque les travaux sont exécutés par un sous-traitant, le coût de la main-d'œuvre, des matériaux et des autres frais est majoré de 15 % pour le sous-traitant, et ce coût total majoré est à nouveau majoré de 10 % pour l'entrepreneur.

8.4.3.2.2 *Majoration du coût de la machinerie lourde, de l'équipement divers, petit outillage et autre matériel*

a) *Type de matériel figurant dans le document Taux de location de machinerie lourde avec opérateur et équipements divers*

Lorsque le type de matériel appartient à l'entrepreneur, le coût de la machinerie lourde, de l'équipement divers, petit outillage et autre matériel ne fait l'objet d'aucune majoration. Lorsque le type de matériel appartient à un sous-traitant ou à un fournisseur, le coût de la machinerie lourde, de l'équipement divers, petit outillage et autre matériel est majoré de 10 % pour l'entrepreneur et aucune majoration n'est accordée pour le sous-traitant ou le fournisseur.

b) *Type de matériel ne figurant pas dans le document Taux de location de machinerie lourde avec opérateur et équipements divers*

Lorsque le type de matériel appartient à l'entrepreneur, le coût de la machinerie lourde, de l'équipement divers, petit outillage et autre matériel est majoré de 15 % pour l'entrepreneur.

Lorsque le type de matériel appartient à un sous-traitant :

- le taux de location interne de la machinerie lourde, de l'équipement divers, petit outillage et autre matériel est majoré de 15 % pour le sous-traitant, et ce coût total majoré est majoré à nouveau de 10 % pour l'entrepreneur;
- le coût facturé pour la machinerie lourde, l'équipement divers, petit outillage et autre matériel est majoré de 10 % pour l'entrepreneur et aucune majoration n'est accordée pour le sous-traitant.

Lorsque le type de matériel appartient à un fournisseur :

- le coût facturé pour la machinerie lourde, l'équipement divers, petit outillage et autre matériel est majoré de 15 % pour l'entrepreneur lorsque les travaux ont été réalisés par ce dernier;
- le coût facturé pour la machinerie lourde, l'équipement divers, petit outillage et autre matériel est majoré de 15 % pour le sous-traitant, et ce coût total majoré est majoré à nouveau de 10 % pour l'entrepreneur lorsque les travaux ont été réalisés par un sous-traitant.

8.4.3.2.3 *Majoration du coût du transport en vrac*

Le coût du transport en vrac est majoré de 10 % lorsque le transport est effectué par des camions ou un ensemble de véhicules à benne basculante destinés à circuler sur les chemins publics. Les camions de l'entrepreneur ne sont pas soumis à cette majoration. Aucune autre majoration n'est applicable aux coûts du transport en vrac.

8.4.4 **PRIX FIXÉS PAR LE MINISTÈRE**

À défaut d'une entente, les prix et les conditions peuvent être fixés par le Ministère, laissant droit à l'entrepreneur de présenter une réclamation s'il se croit lésé. L'entrepreneur ne peut pas refuser d'exécuter les ouvrages en question ni discontinuer ni retarder l'exécution de ses autres travaux.

8 | Mesurages, paiements et retenues

8.4.5 CHANGEMENT APRÈS LA RÉCEPTION AVEC RÉSERVE DES TRAVAUX

Aucun changement ne peut être exigé après la réception avec réserve de l'ouvrage.

8.5 ESTIMATION PROVISOIRE ET PAIEMENT

Les travaux faits au cours d'un mois, conformément au contrat ou à la demande du Ministère, sont payés, déduction faite des retenues.

Lorsque, pour une année financière (du 1^{er} avril d'une année au 31 mars de l'année suivante), les devis limitent le paiement à un maximum, le montant des travaux exécutés excédant ce maximum n'est dû qu'à compter de l'année financière subséquente. L'entrepreneur ne peut pas exiger de compensation sous forme d'intérêt ou autrement quant au retard à effectuer le paiement de ces travaux dans les délais prévus.

Le paiement d'une estimation provisoire n'inclut que des ouvrages ou portions d'ouvrages complètement exécutés, et aucun paiement n'est fait pour des travaux préparatoires ou des matériaux mis en réserve.

8.6 ESTIMATION FINALE ET PAIEMENT

Une estimation finale est préparée lorsque le Ministère juge que les travaux ont tous été exécutés et qu'ils sont conformes au contrat. Elle indique la quantité exécutée pour chaque ouvrage du contrat et pour chaque ouvrage approuvé par avenant au contrat, les prix unitaires, les montants s'y rapportant, les ouvrages à prix global, le montant total dû à l'entrepreneur et les retenues à soustraire de ce montant, s'il en est.

Toutes les estimations précédant l'estimation finale ne sont que des estimations provisoires sujettes à vérification et à correction au moment de l'estimation finale. L'entrepreneur ne peut donc pas invoquer aux fins de réclamation le fait que la quantité finale d'un ouvrage est inférieure à la quantité payée au moment des estimations provisoires.

Pour obtenir le paiement final des travaux exécutés, l'entrepreneur doit remettre au Ministère une attestation de la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail et une attestation de la Commission de la construction du Québec confirmant que ses cotisations à ces organismes ont été payées dans le cadre de l'exécution du contrat.

8.7 RETENUES

Aux fins de l'application du présent article, l'expression « créancier » signifie :

- toute personne qui fournit à l'entrepreneur des biens ou des services destinés exclusivement à l'exécution du présent contrat et ayant conclu un contrat directement avec cet entrepreneur.
Malgré ce qui précède, les entreprises de camionnage en vrac qui ont fourni des services de camionnage dans le cadre du présent contrat sont considérées comme des créanciers, et ce, qu'elles aient un contrat directement avec l'entrepreneur ou non;
- la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail et la Commission de la construction du Québec, en ce qui concerne leurs cotisations respectives relatives à l'exécution du présent contrat.

8.7.1 RETENUES POUR DÉFAUT DE PAIEMENT DES CRÉANCIERS

Qu'une garantie soit fournie ou non, le Ministère peut retenir, sur les paiements provisoires et le paiement final, les sommes nécessaires pour couvrir, en tout ou en partie, les créances des créanciers qui dénoncent au Ministère ne pas avoir été entièrement payés.

Le Ministère peut notamment considérer si la créance du créancier apparaît liquide et exigible et si le défaut de paiement allégué paraît motivé par une cause légitime ou non (par exemple : un défaut d'exécution du créancier, une mauvaise qualité des matériaux livrés, un retard, une modalité de paiement convenue avec l'entrepreneur).

Si une retenue est effectuée, le Ministère peut, avant de procéder à un paiement, exiger de l'entrepreneur qu'il lui fournisse les quittances ou autres preuves selon lesquelles il s'est acquitté de ses obligations à l'égard des créanciers qui ont dénoncé un tel défaut de paiement.

Les parties déclarent que cette clause n'a pas pour effet de créer une stipulation pour autrui en faveur des créanciers.

8.7.2 RETENUES SPÉCIALES

Peu importe le type de garantie fournie, le Ministère peut effectuer des retenues pour tous travaux non conformes ou tout autre défaut d'exécution des obligations de l'entrepreneur prévues au contrat. Ces retenues peuvent être maintenues

8 | Mesurages, paiements et retenues

jusqu'à ce que l'entrepreneur ait remédié au défaut à la satisfaction du Ministère ou devenir permanentes à défaut de l'entrepreneur d'apporter les correctifs requis.

8.7.3 COMPENSATION

Le Ministère peut, en tout temps, compenser toute dette de l'entrepreneur à son égard et à l'égard du gouvernement du Québec à même toute somme due à ce prestataire.

8.8 PROCÉDURE DE RÉCLAMATION

8.8.1 LITIGE PENDANT LES TRAVAUX

Si l'entrepreneur croit qu'il est lésé d'une façon quelconque par rapport aux clauses du contrat, il doit notifier, directement au directeur général, un avis écrit, avec copie au surveillant, dans lequel il expose et motive son intention de réclamer. Cet avis doit être transmis dès que possible et dans un délai maximal de 15 jours suivant le constat de la situation qui, selon lui, justifie son intention de réclamer.

Un tel écrit doit également être transmis par l'entrepreneur dans les 15 jours suivant la réception d'une estimation provisoire dont il conteste les quantités indiquées. Le cas échéant, cette lettre doit préciser les articles visés par la contestation ainsi que les arguments à l'appui de sa position.

Après étude du grief, la direction générale fait part de son point de vue à l'entrepreneur et propose, s'il y a lieu, une solution. Cette proposition ne met aucunement fin aux droits du Ministère et ne peut être considérée comme une reconnaissance ou une acceptation de quelque nature que ce soit.

Lorsqu'il y a entente, la direction générale rembourse l'entrepreneur par le biais d'une demande de paiement incluant les modalités de paiement de la solution retenue.

À défaut d'entente, l'entrepreneur peut présenter une réclamation.

L'avis d'intention de réclamer de l'entrepreneur ou le refus de la direction générale d'accéder à sa demande, en tout ou en partie, ne peut servir de prétexte à l'entrepreneur pour ralentir les travaux ou cesser l'exécution du contrat ou d'une partie du contrat, même de celle en litige. Si l'avis d'intention n'est pas produit dans les délais prescrits dans le présent article, ou si l'entrepreneur n'accorde pas au surveillant la possibilité de tenir un compte rigoureux des moyens mis en œuvre pour l'exécution des travaux en litige, tel comportement est considéré comme son désistement de tout droit qu'il aurait pu avoir.

L'avis que l'entrepreneur a donné, la présentation de la réclamation et le fait, de la part du surveillant, d'avoir tenu un compte des moyens mis en œuvre ne doivent en aucune manière être considérés comme preuve de la validité de la réclamation.

8.8.2 PRÉSENTATION DE LA RÉCLAMATION

La réclamation doit être notifiée directement au sous-ministre et reçue à l'adresse courriel reclamations-BSM@transports.gouv.qc.ca dans les 120 jours suivant la date de réception par l'entrepreneur de la recommandation de paiement finale approuvée par le gestionnaire autorisé, numérotée et portant exclusivement la mention « FIN ». Si la réclamation n'est pas transmise dans le délai prescrit dans le présent article, tel comportement est considéré comme un désistement de tout droit que l'entrepreneur aurait pu avoir.

Pour être recevable, la réclamation doit être présentée de manière intégrée, c'est-à-dire que tous les éléments de la réclamation doivent être regroupés et que chacun d'eux doit être détaillé et documenté dans un seul envoi. La réclamation doit minimalement contenir les renseignements et les documents suivants :

- une description, un historique et une explication du litige indiquant quand, comment et pourquoi le problème est survenu, du point de vue de l'entrepreneur, ainsi que la position prise par la direction générale;
- le montant total réclamé sous forme de tableau sommaire;
- le montant réclamé pour chaque problématique;
- le détail du calcul des montants réclamés appuyés des pièces justificatives pertinentes.

Une réclamation est rejetée si elle n'est pas présentée dans la forme et la teneur mentionnées précédemment.

L'entrepreneur peut alors modifier sa réclamation, puis l'adresser de nouveau au sous-ministre, mais aucun délai supplémentaire ne lui est accordé pour le faire.

La présentation de la réclamation et le fait, de la part du surveillant, d'avoir tenu un compte des moyens mis en œuvre ne doivent en aucune manière être considérés comme preuve de la validité de la réclamation.

8 | Mesurages, paiements et retenues

8.8.3 ANALYSE DE LA RÉCLAMATION

Le Ministère peut, avant ou au cours de l'étude d'une réclamation, exiger de l'entrepreneur les noms et adresses des sous-traitants et fournisseurs de matériaux ou de services participant au contrat ainsi qu'une description sommaire des matériaux ou services fournis par chacun de ces sous-traitants.

Les parties conviennent que toutes les démarches entreprises, tout document produit et toute parole prononcée dans le contexte de cette procédure le sont sans préjudice de part et d'autre et ne peuvent en aucune façon être invoqués ou produits devant les tribunaux. Après étude de la réclamation, le Ministère fait à l'entrepreneur, s'il y a lieu, une proposition de règlement. Cette proposition est faite sans préjudice aux droits du Ministère et ne doit pas être considérée comme une reconnaissance ou admission de quelque nature que ce soit. Le Ministère se réserve le droit de la modifier et même de la retirer complètement.

Dans un règlement de réclamation, l'entrepreneur n'a droit à aucune compensation pour perte de profit.

8.8.4 PAIEMENT DE LA RÉCLAMATION

L'acceptation par l'entrepreneur de la proposition de règlement et le paiement par le Ministère du montant proposé constituent un règlement complet et final de la réclamation sur le contrat, le tout sans aucune reconnaissance ni admission de quelque nature que ce soit et sans renonciation de la part du gouvernement à l'exercice de ses droits pouvant découler de ce contrat.

8.9 AJUSTEMENT DU PRIX DU CARBURANT

Le prix moyen mensuel du carburant est déterminé par la moyenne pondérée des prix à la pompe du carburant diesel publiés chaque semaine par la Régie de l'énergie du Québec pour l'ensemble des régions administratives du Québec. Ce prix inclut la taxe d'accise fédérale et la taxe provinciale sur les carburants, mais pas la TPS ni la TVQ. Le prix moyen mensuel est une moyenne provinciale calculée par le Ministère et publiée sur son site Web (www.transports.gouv.qc.ca) sous l'onglet Entreprises et partenaires > Entreprises de camionnage > Camionnage en vrac > Tarifs de camionnage en vrac > Ajustement pour l'année en cours – Volume 3 – Tarifs de transport d'agréats.

Le montant d'ajustement est établi à la hausse ou à la baisse, selon la fluctuation du prix moyen mensuel du carburant. Il s'applique à l'ensemble des éléments indiqués au bordereau de terrassement et fondation de chaussée. Aux fins de l'application du présent article, les bordereaux de terrassement et de fondation de chaussée correspondent aux documents 210 à 219 du bordereau des quantités et des prix.

Un ajustement est effectué chaque mois au cours duquel des travaux couverts par un bordereau de terrassement et fondation de chaussée sont réalisés et au cours duquel le prix moyen du carburant enregistre une variation supérieure à 5 % entre le mois pendant lequel sont exécutés les travaux, et le mois de publication de l'appel d'offres.

L'ajustement est calculé de la façon suivante :

1. Si $PMC > 1,05 PRC$, le Ministère verse à l'entrepreneur une compensation comparable à la hausse du prix du carburant qui excède 105 % du prix de référence. Cette compensation est calculée de la façon suivante :

$$MA = \left(\frac{PMC}{PRC} - 1,05 \right) \times MTG \times 10 \%$$

2. Si $PMC < 0,95 PRC$, le Ministère retient à l'entrepreneur une compensation comparable à la baisse du prix du carburant qui est inférieure à 95 % du prix de référence. Cette compensation est calculée de la façon suivante :

$$MA = \left(0,95 - \frac{PMC}{PRC} \right) \times MTG \times 10 \%$$

où

- MA : montant d'ajustement du prix du carburant au bordereau de terrassement et fondation de chaussée (\$)
- MTG : montant des travaux payés au bordereau de terrassement et fondation de chaussée pour le mois (\$)
- PRC : prix moyen du carburant pour le mois de publication de l'appel d'offres (\$/litre)
- PMC : prix moyen du carburant pour le mois pendant lequel sont exécutés les travaux (\$/litre)
- 10 % : pourcentage du MTG retenu pour l'ajustement du carburant

8 | Mesurages, paiements et retenues

8.10 AJUSTEMENT DU PRIX DE L'ACIER

Le calcul et le paiement de l'ajustement du prix de l'acier d'armature et de l'ajustement du prix de l'acier structural sont effectués au moment du paiement final du contrat ou une seule fois par année, à la fin de la saison des travaux, lorsque le délai attribué pour la réalisation du contrat s'étend sur plus d'une année.

Aux fins de l'application de cet ajustement, l'acier d'armature comprend uniquement les barres crénelées en acier au carbone (non revêtues ou galvanisées) suivantes :

- acier d'armature payé au bordereau au kilogramme, de la section «Ouvrages d'art»;
- acier d'armature des éléments couverts par l'article «Ouvrages en béton préfabriqués» de la section «Ouvrages d'art», excluant les treillis à mailles soudées et les armatures de précontrainte.

Aux fins de l'application de cet ajustement, l'acier structural comprend les pieux, les ouvrages en acier et les dispositifs de retenue en acier de la section «Ouvrages d'art». Il exclut les structures d'équipement routier, les appareils d'appui, les joints de tablier, les drains et les éléments en acier des murs de soutènement.

8.10.1 ACIER D'ARMATURE

Le montant d'ajustement de l'acier d'armature est établi à la hausse ou à la baisse, selon la variation de l'indice des prix entre le mois de la publication de l'appel d'offres et le mois de la pose de l'acier d'un ouvrage coulé en place, ou le 3^e mois précédant celui de la livraison au chantier des éléments en béton d'un ouvrage préfabriqué, sans être antérieur au mois de signature du contrat par le Ministère.

Le prix de référence utilisé pour le calcul de l'ajustement de l'acier d'armature est fixé à 700\$/tonne (0,70\$/kg) pour janvier 2020. Ce prix n'inclut pas la TPS ni la TVQ.

L'indice des prix considéré pour l'ajustement est l'indice obtenu du vecteur v1230996166 correspondant au produit 312 «Formes primaires et produits semi-ouvrés de fer et d'acier» du tableau mensuel 18-10-0266-01 «Indices des prix des produits industriels», selon le Système de classification des produits de l'Amérique du Nord (SPAN) publié par Statistique Canada basé sur un référentiel 2020 = 100. L'indice de référence pour janvier 2020 est 100.

Le calcul de l'ajustement du prix est effectué pour chaque mois où de l'acier d'armature a été posé et qu'est enregistrée une variation supérieure à 5 % de l'indice des prix entre le mois de la publication de l'appel d'offres et le mois de la pose de l'acier d'armature d'un ouvrage coulé en place, ou le 3^e mois précédant celui de la livraison au chantier des éléments en béton d'un ouvrage préfabriqué, sans être antérieur au mois de signature du contrat par le Ministère.

L'ajustement mensuel est calculé de la façon suivante :

1. Si $IPM > 1,05 \text{ IPC}$, le Ministère verse à l'entrepreneur une compensation pour la hausse du prix de l'acier d'armature qui excède 105 % de la valeur de l'indice des prix au moment de la publication de l'appel d'offres. Cette compensation est calculée de la façon suivante :

$$MA = Q \times \frac{0,70}{100} \times (IPM - (1,05 \times IPC))$$

2. Si $IPM < 0,95 \text{ IPC}$, le Ministère retient à l'entrepreneur une compensation pour la diminution du prix de l'acier d'armature qui est inférieure à 95 % de la valeur de l'indice des prix au moment de la publication de l'appel d'offres. Cette compensation est calculée de la façon suivante :

$$MA = Q \times \frac{0,70}{100} \times ((0,95 \times IPC) - IPM)$$

où

MA : montant d'ajustement du prix de l'acier d'armature (\$)

Q : quantité d'acier posée et payée au bordereau au kilogramme (kg)

IPC : indice des prix du mois de la publication de l'appel d'offres

IPM : indice des prix du mois de la pose de l'acier d'armature

Note :

Depuis octobre 2020, Statistique Canada publie les indices sur un référentiel 2020 = 100. Pour le calcul de la compensation, seul le vecteur v1230996166, ou le produit 312 correspondant, doit être utilisé avec ces équations.

8 | Mesurages, paiements et retenues

Pour un ouvrage en béton préfabriqué, qu'il soit prévu aux plans et devis ou optionnel en remplacement d'un ouvrage coulé en place, les variables Q et IPM sont respectivement remplacées par :

- Q' : quantité d'acier d'armature indiquée sur les plans d'atelier visés par le Ministère;
IPM' : indice des prix du 3^e mois précédant celui de la livraison au chantier des éléments en béton de l'ouvrage préfabriqué, sans être antérieur au mois de signature du contrat par le Ministère.

8.10.2 ACIER STRUCTURAL

Le montant d'ajustement de l'acier structural est établi à la hausse ou à la baisse, selon la variation de l'indice des prix entre le mois de la publication de l'appel d'offres et le 3^e mois précédant le mois de livraison au chantier de l'élément d'acier structural, sans être antérieur au mois de signature du contrat par le Ministère.

Le prix de référence utilisé pour le calcul de l'ajustement de l'acier structural est fixé à 1250 \$/tonne (1,25 \$/kg) pour janvier 2020. Ce prix n'inclut pas la TPS ni la TVQ.

L'indice des prix considéré pour l'ajustement est l'indice obtenu du vecteur v1230996166 correspondant au produit 312 « Formes primaires et produits semi-ouvrés de fer et d'acier » du tableau mensuel 18-10-0266-01 « Indices des prix des produits industriels », selon le Système de classification des produits de l'Amérique du Nord (SCPAN) publié par Statistique Canada, basé sur un référentiel 2020 = 100. L'indice de référence pour janvier 2020 est 100.

Le calcul de l'ajustement du prix est effectué le 3^e mois précédant le mois de livraison au chantier de l'élément d'acier structural sans être antérieur au mois de signature du contrat par le Ministère, et ce, à condition qu'une variation supérieure à 5 % de l'indice des prix soit enregistrée.

L'ajustement mensuel est calculé de la façon suivante :

1. Si $IPM > 1,05 \text{ IPC}$, le Ministère verse à l'entrepreneur une compensation pour la hausse du prix de l'acier structural qui excède 105 % de la valeur de l'indice des prix au moment de la publication de l'appel d'offres. Cette compensation est calculée de la façon suivante :

$$MA = Q \times \frac{1,25}{100} \times (IPM - (1,05 \times IPC))$$

2. Si $IPM < 0,95 \text{ IPC}$, le Ministère retient à l'entrepreneur une compensation pour la diminution du prix de l'acier structural qui est inférieure à 95 % de la valeur de l'indice des prix au moment de la publication de l'appel d'offres. Cette compensation est calculée de la façon suivante :

$$MA = Q \times \frac{1,25}{100} \times ((0,95 \times IPC) - IPM)$$

où

- MA : montant d'ajustement du prix de l'acier structural (\$)
Q : quantité d'acier structural posé et payé au bordereau pour le mois (kg)
IPC : indice des prix du mois de la publication de l'appel d'offres
IPM : indice des prix du 3^e mois précédant le mois de livraison au chantier de l'élément d'acier structural, sans être antérieur au mois de signature du contrat par le Ministère

Note :

Depuis octobre 2020, Statistique Canada publie les indices sur un référentiel 2020 = 100. Pour le calcul de la compensation, seul le vecteur v1230996166, ou le produit 312 correspondant, doit être utilisé avec ces équations.



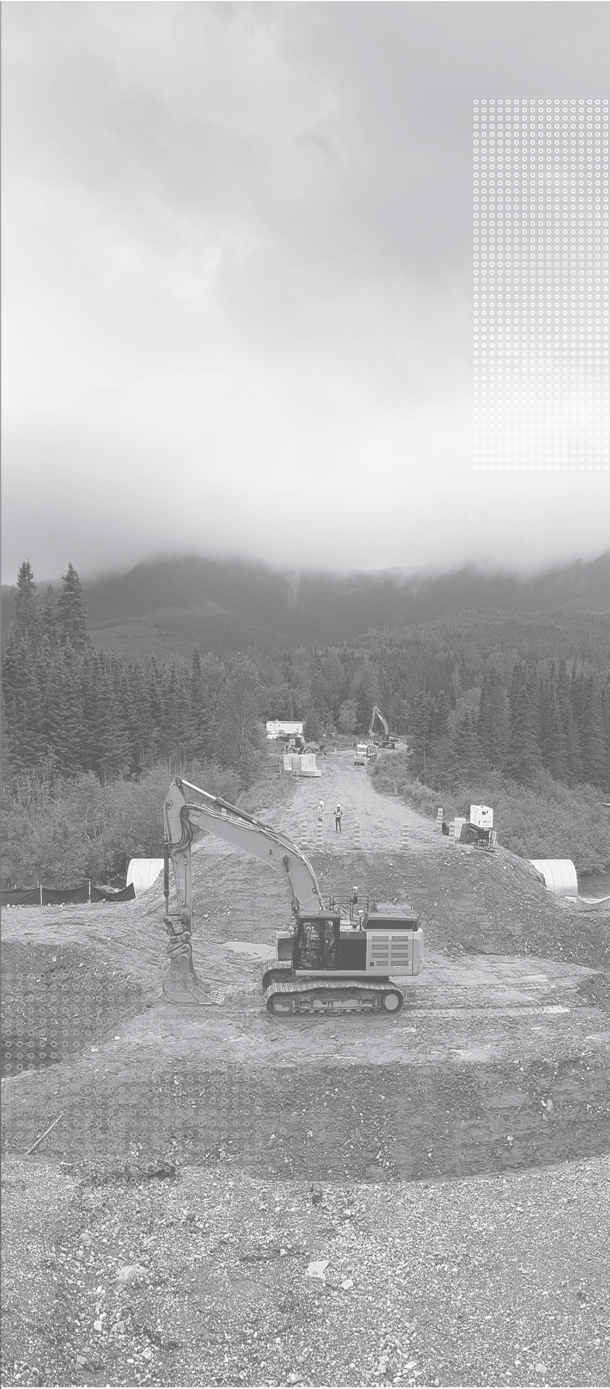
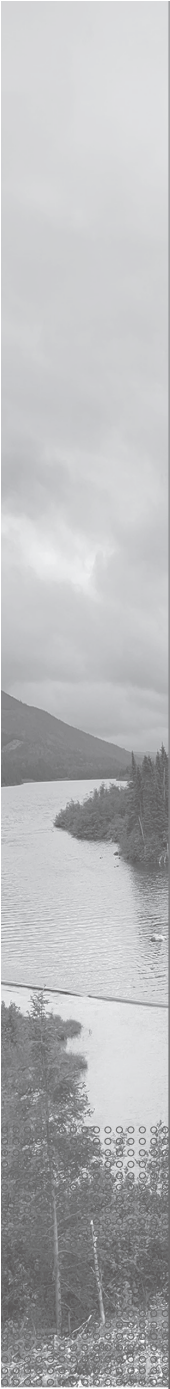
9 | Résiliation du contrat

9.1 RÉSILIATION PAR VOLONTÉ DU MINISTRE

Le ministre peut en tout temps résilier le contrat unilatéralement, au moyen d'un écrit adressé à l'entrepreneur et, le cas échéant, à la caution. S'il se prévaut de ce droit, il indemnise l'entrepreneur de la valeur des travaux faits et des dépenses engagées, à l'exception de toute mise de capital en vue de l'exécution du contrat.

9.2 RÉSILIATION PAR CONSENTEMENT MUTUEL

Le ministre et l'entrepreneur peuvent résilier le contrat par entente et convenir alors des conditions de la résiliation.



PARTIE 2

DEVIS

GÉNÉRAUX



10 | Organisation de chantier, locaux de chantier, gestion de la circulation et signalisation

10.1 ORGANISATION DE CHANTIER

10.1.1 MISE EN ŒUVRE

10.1.1.1 Chemin d'accès

Les chemins d'accès au site des travaux doivent être construits et entretenus par l'entrepreneur de telle sorte qu'ils soient carrossables et que leur signalisation soit conforme au *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

10.1.1.2 Campement et chantier

L'entrepreneur doit aménager le chantier de façon à installer tous les matériaux, le matériel, les locaux, ateliers, dépendances et personnes nécessaires à l'exécution des travaux.

10.1.2 MODE DE PAIEMENT

L'organisation de chantier est payée à prix global. Le prix couvre notamment le chemin d'accès, le campement et le chantier ainsi que l'entretien des lieux, et il inclut toute dépense incidente.

Le paiement de l'organisation du chantier est effectué au prorata des estimations des travaux. Toutefois, un minimum de 25 % est payé à la première estimation.

Si l'organisation de chantier ne fait pas l'objet d'un article particulier au bordereau, l'entrepreneur doit en répartir les coûts sur l'ensemble des prix unitaires et globaux du contrat.

10.2 LOCAUX DE CHANTIER

10.2.1 DISPONIBILITÉ DES LOCAUX

Avant le début des travaux et pour toute leur durée, sauf pour une longue période de suspension des travaux s'il y a lieu, l'entrepreneur doit mettre à la disposition du surveillant les locaux, le matériel, les équipements et les services tels que l'eau potable, les installations sanitaires, l'électricité, la téléphonie, la connexion Internet et le système antiviol.

Les locaux de chantier doivent être installés à un endroit accepté par le surveillant. Les portes de ces locaux doivent être munies de serrures fonctionnelles et les clés, remises au surveillant.

Les locaux, les équipements et le matériel doivent demeurer en place, à la disposition du surveillant, jusqu'à l'avis de réception sans réserve des travaux.

10.2.2 MISE EN ŒUVRE

10.2.2.1 Bureau du surveillant

La surface minimale du plancher est de 15 m², la hauteur minimale du plafond est de 2,4 m et la surface des fenêtres de chacune des pièces ne doit pas être inférieure à 6,5 % de la surface de leur plancher.

Le bureau du surveillant doit être isolé et pourvu d'un système de chauffage et de climatisation adéquat de façon à pouvoir y maintenir la température entre 19 °C et 24 °C. Il doit être muni d'un distributeur d'eau froide et d'eau chaude, y compris l'approvisionnement en eau potable, et d'un système d'éclairage électrique 110-120 V comportant au moins deux prises de courant protégées par des parasurtenseurs pour la protection de l'équipement électronique.

Le bureau du surveillant doit être meublé d'un pupitre avec tiroirs, d'une chaise de bureau, d'une table à plans d'au moins 0,75 m de largeur sur 2,0 m de longueur et d'un tabouret, d'un support à plans, d'une table de réunion d'au moins 0,90 m de largeur sur 1,80 m de longueur avec quatre chaises ainsi que d'un classeur à documents de format légal muni d'une serrure. Le mobilier doit être fonctionnel et de type commercial. Ce local doit être entretenu quotidiennement par l'entrepreneur et maintenu salubre en tout temps.

Le bureau du surveillant doit également être équipé d'une imprimante munie des fonctions de photocopie et de numérisation, utilisant des feuilles de papier individuelles, de format lettre ou de format légal, et de la papeterie nécessaire à son fonctionnement.

Le bureau du surveillant doit être équipé d'une ligne téléphonique ordinaire. En remplacement de celle-ci, l'entrepreneur doit fournir un appareil mobile et une ligne cellulaire ou satellite, y compris les frais d'activation et d'utilisation. Cet appareil mobile doit être activé localement par rapport au site des travaux.

À proximité du bureau du surveillant, il doit y avoir une toilette à l'usage exclusif du surveillant et de ses représentants, qui doit être entretenue quotidiennement par l'entrepreneur.

L'entrepreneur doit mettre à la disposition du Ministère un nombre minimal de 3 places de stationnement. Ces places doivent être situées à l'intérieur des limites du chantier, à proximité de chacun des locaux de chantier et sur une surface carrossable, et doivent être réservées à l'usage exclusif du Ministère.

10 | Organisation de chantier, locaux de chantier, gestion de la circulation et signalisation

10.2.2.2 Laboratoire de chantier

Les exigences relatives aux dimensions, à l'isolation, au chauffage, au téléphone, au stationnement, au mobilier et à la toilette sont les mêmes que celles relatives au bureau du surveillant, sous réserve des modifications suivantes :

- l'approvisionnement en électricité doit être de 110-120V, d'au moins 100A et le local doit comporter au moins 4 prises de courant protégées par des parasurtenseurs pour la protection de l'équipement électronique;
- le local doit être situé à proximité des travaux dans un endroit où il n'est pas soumis aux vibrations extérieures nuisibles au fonctionnement des appareils de laboratoire;
- le local doit être meublé d'un pupitre avec tiroirs et de 2 chaises.

10.2.2.3 Poste de pesée

Le dispositif de lecture de pesée est placé à l'intérieur d'un local ayant au minimum une surface de plancher de 10m² pour un poste de pesée permanent et de 8m² pour un poste de pesée temporaire. Ce local doit être isolé et pourvu d'un système de chauffage et de climatisation adéquat de façon à pouvoir y maintenir la température entre 19°C et 24°C. Il doit y avoir également un niveau d'éclairage minimal de 400 lux et les murs intérieurs doivent être de couleur pâle. Il doit être assis sur une base solide, être suffisamment étanche et être éloigné des vibrations, poussières et bruits produits par les équipements du chantier. Il doit en outre comporter une fenêtre coulissante en face du tablier de la balance et une fenêtre du côté de l'approche des camions. La porte est située sur le côté ou à l'arrière et son accès doit être sécuritaire. La porte doit être munie d'une serrure fonctionnelle dont la clé doit être remise au surveillant. Une tablette de 0,75 m x 2 m solidement fixée au mur sert de table de travail. L'ameublement comprend une table, 2 chaises et un tabouret ajustable. Une toilette doit être installée à moins de 75 m du poste de pesée et doit être entretenue hebdomadairement par l'entrepreneur.

10.2.3 MODE DE PAIEMENT

Le bureau du surveillant est payé à prix global. Le prix couvre notamment le local et le matériel, leur entretien ainsi que les services, et il inclut toute dépense incidente.

Le laboratoire est payé à prix global. Le prix couvre notamment le local et le matériel, leur entretien ainsi que les services, et il inclut toute dépense incidente.

Le bureau du surveillant et le laboratoire de chantier sont payés au prorata des estimations des travaux. Toutefois, un minimum de 25 % est payé à la première estimation.

Les coûts relatifs aux places de stationnement réservées à l'usage exclusif du Ministère doivent être inclus dans les prix globaux des locaux de chantier.

Le poste de pesée ne fait l'objet d'aucun article au bordereau. Toutes les dépenses relatives à l'installation, à l'entretien et au matériel requis doivent être incluses dans les prix unitaires des matériaux à peser.

10.3 GESTION DE LA CIRCULATION ET SIGNALISATION

10.3.1 OBLIGATIONS DE L'ENTREPRENEUR EN MATIÈRE DE GESTION DE LA CIRCULATION

Avant le début et au cours des travaux, l'entrepreneur doit prendre les mesures nécessaires pour faciliter et diriger le mouvement des véhicules sur la route à construire et sur les déviations nécessaires durant les travaux.

La signalisation des travaux doit être maintenue à tout endroit où il y a risque d'accident ou de dommages aux ouvrages en voie d'exécution, soit directement ou indirectement à cause des travaux. L'entrepreneur doit maintenir sur la route, tant que durent les travaux, une signalisation conforme au *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère. De plus, l'entrepreneur doit utiliser le panneau « Signal avancé du signaleur routier » (T-60) en tout temps lorsqu'un signaleur routier dirige la circulation.

L'entrepreneur doit maintenir en tout temps la signalisation d'indication de destination et de repérage. Si la configuration du chantier nécessite l'enlèvement ou le déplacement de ce type de signalisation, l'entrepreneur doit présenter sur les plans de signalisation l'équipement qu'il prévoit utiliser.

L'entrepreneur doit toujours assurer un passage sécuritaire aux usagers de la route.

L'entrepreneur doit entretenir toutes les voies de circulation empruntées par les usagers dans la zone de travaux, y inclus les accotements, ainsi que les chemins de détours. Au besoin, il doit effectuer, sans s'y limiter, les activités suivantes :

- rapiécer les trous;
- enlever les débris;

10 | Organisation de chantier, locaux de chantier, gestion de la circulation et signalisation

- assurer un drainage adéquat des chaussées;
- épandre un traitement contre la poussière;
- balayer la chaussée.

De plus, l'entrepreneur doit réaliser un balayage des voies et accotements revêtus dans les cas suivants :

- avant l'utilisation d'un chemin temporaire servant de déviation;
- avant de permettre la circulation sur une surface planée;
- avant l'exécution des travaux de marquage, permanent ou temporaire.

Lorsque la circulation doit être maintenue sur la route en construction, l'entrepreneur doit maintenir les accès aux propriétés riveraines et assurer l'entretien régulier de la route à l'intérieur des limites des travaux. De plus, dans le cas où le Ministère ou l'un de ses mandataires doit exécuter des travaux de déneigement et de déglacage sur la route en construction, l'entrepreneur doit collaborer avec ces intervenants dans le but d'effectuer ces travaux le plus tôt possible.

Sans une autorisation écrite du gestionnaire du réseau à cette fin, l'entrepreneur ne peut pas interrompre la circulation sur un chemin public en construction ou dévier la circulation sur d'autres chemins publics. S'il est autorisé à fermer complètement la route, l'entrepreneur doit aménager et entretenir un détour ou une déviation afin d'assurer un passage aux usagers de la route.

L'entrepreneur doit assumer l'entière responsabilité de tous les dommages ou accidents attribuables à une défectuosité ou à l'insuffisance de la signalisation temporaire sur les voies de circulation dans la zone de travaux, y inclus les détours.

Au cours d'une longue période de suspension des travaux dûment autorisée, l'entrepreneur est libéré de l'entretien régulier de la route où la circulation est maintenue, mais il n'est pas libéré de ses responsabilités relatives à ses ouvrages ou à tout ouvrage endommagé par ses travaux antérieurs ni des dommages qui peuvent en résulter.

10.3.1.1 Comité de gestion de l'impact des travaux

Un comité de gestion de l'impact des travaux peut être formé par le Ministère avant le début des travaux. Ce comité regroupe les intervenants concernés par les répercussions des travaux, notamment des représentants de chacune des municipalités riveraines des travaux,

des représentants de la Sûreté du Québec ou des corps de police municipaux, le responsable en signalisation de l'entrepreneur et des représentants du Ministère.

L'entrepreneur doit participer aux réunions du comité de gestion de l'impact des travaux sur l'invitation du surveillant.

10.3.2 DOCUMENTS FOURNIS PAR L'ENTREPRENEUR

Pour chaque phase de travaux, incluant les différents phasages nécessaires à la mise en place et à l'enlèvement de la signalisation, l'entrepreneur doit soumettre au Ministère, au moins 7 jours avant de commencer la mise en place de la signalisation des travaux, les plans de signalisation accompagnés d'un plan de travail.

Le plan de travail doit indiquer l'équipement et les véhicules à utiliser, l'horaire des travaux, la description du personnel ainsi que les mesures pour diriger et maintenir la circulation pendant les travaux.

L'entrepreneur doit également fournir au surveillant, pour chaque intervention, selon les délais contractuels, l'avis de travaux.

L'entrepreneur doit, avant la première réunion de chantier :

- nommer le responsable en signalisation et fournir son nom au Ministère. Ce responsable devient, de ce fait, son unique représentant autorisé à faire installer et à faire apporter des modifications à la signalisation;
- nommer le gestionnaire du chantier et fournir son nom au Ministère. Ce gestionnaire est une personne en charge de la détermination des méthodes d'exécution et de la planification des travaux;
- nommer son sous-traitant ou son propre personnel spécialisé en signalisation;
- fournir la liste de tout le personnel affecté à la signalisation et à la gestion de la circulation ainsi qu'une copie des attestations de réussite des cours de formation exigés.

L'entrepreneur doit aviser par écrit le surveillant des travaux au moins 7 jours avant la mise en place d'un affichage de limitation de poids, de limitation de hauteur ou de limitation de largeur dans le cadre de travaux d'ouvrages d'art. Ces limitations doivent avoir fait l'objet d'une approbation avant le début des travaux.



10 | Organisation de chantier, locaux de chantier, gestion de la circulation et signalisation

10.3.3 PERSONNEL

Tous les cours de formation que doit suivre le personnel affecté à la signalisation et à la gestion de la circulation doivent être donnés par une agence ou un organisme reconnu par le Ministère. L'entrepreneur doit s'assurer que le personnel affecté à la signalisation et à la gestion de la circulation est muni de l'équipement conforme au *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

10.3.3.1 Responsable en signalisation et gestionnaire de chantier

Le responsable en signalisation et ses représentants doivent détenir une attestation de réussite du cours *Gestion des impacts des travaux routiers* et du cours *Supervision et surveillance de la signalisation de travaux de chantiers routiers*.

Le gestionnaire du chantier de l'entrepreneur doit détenir une attestation de réussite du cours *Gestion des impacts des travaux routiers*.

Le responsable en signalisation doit être présent à toutes les réunions de chantier.

10.3.3.2 Personnel affecté à la signalisation

Les personnes affectées à la signalisation doivent être âgées d'au moins 18 ans et être titulaires d'un permis de conduire valide au Québec.

Le personnel affecté à la signalisation doit détenir une attestation de réussite du cours *Installation de la signalisation de chantiers routiers* ou du cours *Supervision et surveillance de la signalisation de travaux de chantiers routiers*.

L'entrepreneur est responsable de l'équipement de signalisation pendant toute la durée des travaux. Cette équipe doit intervenir au moment de l'installation, du démantèlement et de tout déplacement de cet équipement, ainsi qu'à tout moment où la mise en œuvre de travaux de signalisation est requise par le Ministère ou nécessaire pour la sécurité des travailleurs ou des usagers.

Chaque équipe de signalisation qui travaille sur une route ouverte à la circulation doit être composée d'au moins 2 personnes et 1 véhicule de protection. Une de ces personnes doit être en permanence dans le véhicule de protection.

10.3.3.3 Personnel affecté à la gestion de la circulation

Les personnes affectées à la gestion de la circulation sont les signaleurs routiers et les conducteurs du véhicule escorte.

Les signaleurs routiers doivent détenir une attestation du cours *Signaleur routier* obtenue au cours des 3 dernières années.

Pour les travaux de courte et de longue durée sur les routes où la limite de vitesse affichée sur le panneau à fond blanc est égale ou supérieure à 70 km/h, le signaleur routier ne doit pas diriger la circulation, sauf pour les exceptions prévues à la section 4.34.2 «Justification du signaleur routier» du *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

Le signaleur de chantier ne peut occuper, même s'il en possède les cartes de compétences requises, le poste de signaleur routier en même temps qu'un poste de signaleur de chantier, et inversement.

Les conducteurs du véhicule escorte doivent être âgés d'au moins 18 ans et être titulaires d'un permis de conduire valide au Québec correspondant à la classe de véhicule conduit.

10.3.4 MODE DE PAIEMENT

10.3.4.1 Gestion de la circulation

La gestion de la circulation et la signalisation des travaux effectués dans les délais contractuels sont payés à la journée. Le prix couvre notamment les plans de signalisation, les dispositifs de signalisation, la main-d'œuvre, le transport, le balisage des voies à l'aide des repères visuels, ainsi que la fourniture pour la durée des travaux et la pose des panneaux de signalisation, le lestage, la mise en service, l'utilisation des atténuateurs d'impact fixés à un véhicule (AIFV), la réalisation des travaux de fermeture et de réouverture de voies de circulation et de bretelles, les véhicules de protection (VP), les modifications nécessaires durant les travaux, le masquage et le démasquage de panneaux, le maintien des accès aux propriétés riveraines, le démantèlement, l'entretien régulier des voies de circulation, et il inclut toute dépense incidente.

Le prix de la gestion de la circulation et de la signalisation des travaux couvre également la rémunération du responsable en signalisation et de ses représentants, du personnel affecté à la signalisation et du personnel affecté à la gestion de la circulation requis par les activités de l'entrepreneur ou celles de ses sous-traitants, l'équipement requis, les déplacements, les ajustements de la signalisation par l'équipe de signalisation, et il inclut toute dépense incidente.

10.3.5 SIGNALISATION DES TRAVAUX

10.3.5.1 Panneaux spéciaux

Tous les panneaux spéciaux doivent être munis d'une pellicule rétro réfléchissante conforme à la norme 14101 du Ministère et demeurer fonctionnels pendant toute la durée des travaux.

10 | Organisation de chantier, locaux de chantier, gestion de la circulation et signalisation

10.3.5.2 Panneaux à messages variables mobiles

Les panneaux à messages variables mobiles (PMV mobiles) doivent être fonctionnels pendant toute la durée des travaux et informer en temps réel les usagers des conditions de la circulation et des entraves.

10.3.5.3 Mise en œuvre

L'entrepreneur doit s'assurer que les dispositifs de signalisation et les dispositifs de retenue sont installés selon les plans visés.

La signalisation doit être maintenue opérationnelle et en bon état en tout temps et pour toute la durée des travaux. Les lests des repères visuels et des panneaux de signalisation doivent être en nombre suffisant pour en assurer la stabilité.

L'entrepreneur doit retirer de la zone de travaux tout le matériel non utilisé selon les délais contractuels.

En tout temps, l'entrepreneur doit disposer le matériel et entreposer les matériaux de façon sécuritaire pour les usagers de la route.

10.3.5.4 Mode de paiement

10.3.5.4.1 Panneaux spéciaux

Les panneaux spéciaux tels qu'ils sont décrits dans les plans et devis sont payés au mètre carré pour toute la durée des travaux, au prorata de l'avancement des travaux. Toutefois, un minimum de 25 % est payé à l'installation.

Le prix couvre notamment la fourniture de l'équipement, le matériel, l'entretien régulier, le déplacement ainsi que le démantèlement, et il inclut toute dépense incidente.

10.3.5.4.2 Panneaux à messages variables mobiles

Les panneaux à messages variables mobiles sont payés à l'unité, par jour. Le prix couvre notamment la fourniture de l'équipement, le matériel, l'opération, l'entretien ainsi que le démantèlement, et il inclut toute dépense incidente.

Les changements dans les messages des panneaux à messages variables mobiles (date, heure, etc.) à apporter à la suite des opérations de l'entrepreneur durant la période de construction doivent être réalisés, et le coût de ces changements est compris dans le prix unitaire.

10.3.6 VÉHICULES ET DISPOSITIFS DE RETENUE MOBILES

10.3.6.1 Véhicule d'accompagnement

Le véhicule d'accompagnement doit être utilisé pour signaler aux usagers la présence de travaux mobiles, de courte durée ou de très courte durée, conformément à la section « Véhicule d'accompagnement » du chapitre 4 « Travaux » du *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère, ainsi que pendant les travaux de longue durée, conformément à la section « Congestion » du même document.

10.3.6.2 Véhicule escorte

Le véhicule escorte doit être utilisé pour diriger les déplacements d'un usager ou d'un groupe d'usagers conformément à la section « Véhicule escorte » du chapitre 4 « Travaux » du *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

10.3.6.3 Patrouille de retenue

La patrouille de retenue, composée de véhicules de protection légers, doit être utilisée pour ralentir, contrôler et retenir la circulation routière dans une direction conformément à la section « Patrouille de retenue » du chapitre 4 « Travaux » du *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

10.3.6.4 Véhicules de protection

Les véhicules de protection (VP) doivent être utilisés pour sécuriser une aire de travail et protéger les travailleurs qui s'y trouvent conformément aux exigences du chapitre 4 « Travaux » du *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

Les VP doivent être conformes aux exigences de la section « Dispositifs de retenue mobiles » du chapitre 5 « Dispositifs de retenue pour chantiers » du *Tome VIII – Dispositifs de retenue* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

10.3.6.4.1 Véhicule de protection léger

Un véhicule de protection léger (VP-léger) doit être utilisé pour sécuriser une aire de travail directement exposée à la circulation lorsqu'il y a fermeture partielle ou totale d'une voie de circulation.

Le surveillant peut exiger l'ajout d'un VP-léger, s'il le juge nécessaire.



10 | Organisation de chantier, locaux de chantier, gestion de la circulation et signalisation

10.3.6.4.2 Véhicule de protection lourd

Un véhicule de protection lourd (VP-lourd) doit être utilisé pour réduire le risque d'intrusion latérale d'un véhicule dans une aire de travail.

Le surveillant peut exiger la présence ou l'ajout d'un VP-lourd, s'il le juge nécessaire.

10.3.6.4.3 Véhicule de protection avec atténuateur d'impact fixé à un véhicule

Un véhicule de protection avec atténuateur d'impact fixé à un véhicule (VP-AIFV) doit être utilisé lorsque l'aire de travail est directement exposée à la circulation et qu'il y a la présence d'une entrave sur une voie de circulation ou dans le cas de la fermeture d'une voie de circulation sur les autoroutes, quels que soient la vitesse affichée, la configuration et le nombre de voies, et sur les routes où la vitesse affichée est supérieure à 70 km/h et qui comportent deux voies ou plus dans la même direction.

La présence d'un VP-AIFV est obligatoire en tout temps en amont d'un véhicule avec dispositif de protection latérale (VDPL) même si celui-ci est muni d'un atténuateur d'impact fixé au véhicule (AIFV).

Le surveillant peut exiger la présence ou l'ajout d'un VP-AIFV, s'il le juge nécessaire.

10.3.6.5 Documents fournis par l'entrepreneur

10.3.6.5.1 Avis de conformité de l'atténuateur d'impact fixé à un véhicule

Avant la première utilisation d'un AIFV sur le chantier, l'entrepreneur doit remettre au surveillant un avis de conformité de l'AIFV écrit, signé par l'entrepreneur et daté. La date inscrite sur cet avis doit être antérieure d'au plus 6 mois à la plus récente des dates suivantes :

- la date indiquée dans la lettre d'autorisation de commencer les travaux transmise à l'entrepreneur conformément à l'article « Autorisation de commencer les travaux » de la section « Exécution des travaux »;
- la date de reprise des travaux prévue lorsque les travaux ont été suspendus pour une longue période ou pour l'hiver.

Cet avis de conformité de l'AIFV doit contenir les renseignements suivants :

- le nom du fabricant;
- le modèle;
- le numéro de série;

- la nature et la date à laquelle des dommages ont été causés, s'il y a lieu;
- la confirmation que les pièces ont été installées, réparées, entretenues et inspectées conformément aux recommandations du fabricant et que l'AIFV est prêt pour l'usage prévu.

À la demande du surveillant et après un bris ou une collision, l'entrepreneur doit lui remettre un nouvel avis de conformité de l'AIFV écrit, signé et daté, attestant la conformité de l'AIFV avant le retour du VP-AIFV sur le chantier.

10.3.6.5.2 Plan d'arrimage du lest du véhicule de protection avec atténuateur d'impact fixé à un véhicule

Avant l'utilisation d'un véhicule de protection avec atténuateur d'impact fixé à un véhicule (VP-AIFV), l'entrepreneur doit fournir au surveillant le plan du système d'arrimage du lest solide signé et scellé par un ingénieur, si un lest solide a été utilisé pour augmenter la masse totale en charge du VP-AIFV.

Le système d'arrimage du lest doit répondre aux exigences de la section « Véhicule de protection avec atténuateur d'impact fixé à un véhicule » du chapitre 5 « Dispositifs de retenue pour chantiers » du *Tome VIII – Dispositifs de retenue* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère. Lorsque le véhicule de protection est un camion à benne lesté de matériaux granulaires conformément au *Tome VIII – Dispositifs de retenue*, ce plan n'est pas requis.

10.3.6.5.3 Documents à conserver dans le véhicule de protection avec atténuateur d'impact fixé à un véhicule

En tout temps, une copie du plus récent avis de conformité de l'AIFV remis au surveillant par l'entrepreneur doit être conservée dans le VP-AIFV.

L'entrepreneur doit s'assurer qu'une copie du manuel d'installation, d'inspection et d'entretien du modèle d'AIFV utilisé se trouve à l'intérieur du VP-AIFV.

Une copie du plan d'arrimage du lest de même qu'un avis écrit signé par un ingénieur, indiquant que le système d'arrimage est réalisé conformément aux plans, doivent être conservés durant toute la durée des travaux dans le VP-AIFV. Le numéro d'identification du véhicule et sa masse totale en charge (y compris le lest et l'AIFV) doivent être indiqués sur le plan et sur l'avis de conformité du système d'arrimage du lest. Lorsque le véhicule de protection est un camion à benne, cet avis est

10 | Organisation de chantier, locaux de chantier, gestion de la circulation et signalisation

remplacé par un certificat de pesée indiquant le numéro d'identification du véhicule et sa masse totale en charge (y compris le lest et l'AIFV).

10.3.6.6 Assurance qualité

10.3.6.6.1 Homologation de l'atténuateur d'impact fixé à un véhicule

L'entrepreneur doit utiliser un AIFV ayant un niveau de performance TL-3 qui est homologué par le Ministère.

10.3.6.7 Mise en œuvre

10.3.6.7.1 Véhicule de protection avec atténuateur d'impact fixé à un véhicule

L'entrepreneur doit avoir à sa disposition le nombre requis de véhicules de protection avec atténuateur d'impact fixé à un véhicule (VP-AIFV) pour effectuer la sécurisation de l'aire de travail.

Lorsqu'un VP-AIFV est utilisé pour sécuriser une aire de travail, il doit être utilisé exclusivement pour cette tâche. Dans cette situation, le transport de toute cargaison, autre que le lest requis pour l'obtention de la masse totale en charge exigée, est interdit.

Les manœuvres de déploiement et de repli de l'AIFV ne doivent en aucun cas être effectuées dans les voies ouvertes à la circulation des usagers. Si les conditions de circulation limitent ces possibilités de manœuvres, il faut prévoir l'assistance de véhicules de protection légers selon le cas.

10.3.6.8 Mode de paiement

10.3.6.8.1 Véhicule d'accompagnement

Chaque véhicule d'accompagnement utilisé pour signaler la congestion de la circulation est payé à l'unité par jour, peu importe qu'il soit utilisé ou en disponibilité sur le site des travaux pendant les périodes exigées. Le prix couvre notamment le véhicule, les équipements, les déplacements et le conducteur, et il inclut toute dépense incidente.

10.3.6.8.2 Véhicule escorte

Chaque véhicule escorte est payé à l'unité par jour, peu importe qu'il soit utilisé ou en disponibilité sur le site des travaux pendant les périodes exigées. Le prix couvre notamment le véhicule, les équipements, les déplacements et le conducteur, et il inclut toute dépense incidente.

10.3.6.8.3 Véhicules de protection

a) Véhicule de protection léger

Le véhicule de protection léger est payé conformément à l'article « Gestion de la circulation ».

b) Véhicule de protection lourd

Le véhicule de protection lourd est payé conformément à l'article « Gestion de la circulation ».

c) Véhicule de protection avec atténuateur d'impact fixé à un véhicule

Lorsqu'il n'est pas utilisé pour l'installation ou le démantèlement de la signalisation, le véhicule de protection avec atténuateur d'impact fixé à un véhicule (VP-AIFV) est payé à l'unité par jour, peu importe qu'il soit utilisé ou en disponibilité sur le site des travaux pendant les périodes exigées. Le prix couvre notamment la fourniture, le transport, l'opérateur, l'entretien, le remplacement et la réparation à la suite d'un impact, et il inclut toute dépense incidente.

Lorsque le VP-AIFV est utilisé pour l'installation et le démantèlement de la signalisation, il est payé conformément à l'article « Gestion de la circulation ».

10.3.7 CHEMIN TEMPORAIRE SERVANT DE DÉVIATION

10.3.7.1 Mise en œuvre

Au besoin, l'entrepreneur doit aménager un chemin temporaire servant de déviation de la circulation des véhicules. Il peut s'agir d'une voie temporaire de déviation ou d'un chemin de contournement.

Lorsque l'entrepreneur doit construire une voie temporaire de déviation ou un chemin de contournement, ou modifie la géométrie d'une chaussée existante, il doit se conformer aux normes du Ministère. L'entrepreneur doit préparer et fournir au Ministère les plans complets des aménagements proposés. Ces plans doivent respecter les exigences des plans d'ouvrages provisoires de l'article « Plans fournis par l'entrepreneur ».

10.3.7.2 Mode de paiement

Le chemin temporaire servant de déviation est payé à prix global, selon les modalités suivantes : 60 % à la mise en œuvre et 40 % à la suite de la démolition à la fin des travaux.

Le prix couvre notamment la préparation des plans, la fourniture des matériaux, la mise en œuvre, la démolition ainsi que la remise en ordre des lieux, et il inclut toute dépense incidente.

L'entretien du chemin temporaire servant de déviation pendant les travaux est inclus dans l'entretien des voies de circulation.



10 | Organisation de chantier, locaux de chantier, gestion de la circulation et signalisation

10.3.8 PONT TEMPORAIRE

10.3.8.1 Mise en œuvre

Le pont temporaire doit être conforme aux exigences du *Tome III – Ouvrages d'art* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère et, s'il y a franchissement d'un cours d'eau, du chapitre 9 «Protection de l'environnement durant les travaux» du *Tome II – Construction routière*.

L'entrepreneur doit remettre au Ministère le plan du pont temporaire à construire. L'ingénieur ayant authentifié le plan de construction doit procéder à l'inspection détaillée du pont temporaire avant sa mise en service, en utilisant un équipement d'accès motorisé au besoin. L'inspection détaillée doit permettre un contact direct avec chacun des éléments du pont temporaire.

Après l'inspection et avant la mise en service du pont temporaire, l'entrepreneur doit fournir au Ministère un avis écrit signé par l'ingénieur ayant authentifié le plan de construction et ayant procédé à l'inspection indiquant que le pont temporaire construit est conforme au plan soumis.

10.3.8.2 Mode de paiement

Le pont temporaire est payé à prix global. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, y compris les glissières, la mise en œuvre, l'entretien, la gestion de la circulation, la démolition ainsi que la remise en ordre des lieux, et il inclut toute dépense incidente.

Le paiement d'un pont temporaire est effectué comme suit : 75 % à la mise en service et 25 % au démantèlement.

10.3.9 GLISSIÈRES POUR CHANTIER

10.3.9.1 Glissières en béton pour chantier

10.3.9.1.1 Matériaux

Les matériaux des unités de la glissière en béton pour chantier (standard, effilée, de raccordement en Y et pour court rayon) et des unités de la glissière ancrable en béton pour chantier doivent être conformes au *Tome VII – Matériaux* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

10.3.9.1.2 Assurance de la qualité

Les unités de glissière en béton pour chantier (standard, effilée, de raccordement en Y et pour court rayon) doivent être fabriquées conformément aux dessins normalisés du chapitre 5 «Dispositifs de retenue pour chantiers» du *Tome VIII – Dispositifs de retenue* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

Les unités de glissière ancrable en béton pour chantier doivent être fabriquées conformément aux dessins normalisés du chapitre 2 «Conception des ouvrages d'art» du *Tome III – Ouvrages d'art* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

Les différentes unités de la glissière en béton pour chantier et les unités de la glissière ancrable en béton pour chantier doivent être produites par un fabricant dont l'usine est certifiée soit par :

- l'Association canadienne de normalisation (CSA) selon les exigences de la norme CSA A23.4 «Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux»;
- le programme de certification BNQ 2624-940 «Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux – Fascicule de certification (élaboré à partir des exigences de la norme CSA A23.4)»;
- le programme de certification de l'Assurance qualité du béton préfabriqué du Canada (AQBPC), selon les exigences de la norme CSA A23.4 «Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux», pour les produits en béton préfabriqué structural.

À compter du 1^{er} janvier 2025, l'entrepreneur doit remettre au surveillant, au moment de la première réunion de chantier et à la première réunion de chantier avant la reprise des travaux, les attestations de conformité émises par le ou les fabricants des différentes unités de la glissière en béton pour chantier (GBC) et des unités de la glissière ancrable en béton pour chantier (GABC) qu'il prévoit installer.

Si des unités de GBC ou de GABC supplémentaires sont requises, l'entrepreneur doit remettre au surveillant la ou les attestations de conformité produites par le fabricant au moins 24 h avant leur installation.

L'attestation de conformité des unités de GBC et de GABC produite par le fabricant doit contenir l'information suivante :

- le nom du fabricant;
- le lieu et la date de fabrication;
- le dessin d'atelier, signé par un ingénieur, sur lequel figure l'information suivante :
 - ♦ le numéro et la date de publication des dessins normalisés ayant servi à l'élaboration du dessin d'atelier (ex. : DN VIII-5-001A),



10 | Organisation de chantier, locaux de chantier, gestion de la circulation et signalisation

- ♦ le détail de la plaquette d'identification apposée sur les unités,
- ♦ le détail de la méthode de fixation de la plaquette d'identification;
- le numéro du lot de production.

Un lot de production est constitué d'au plus 50 unités présentant les mêmes caractéristiques et fabriquées en continu à partir du même dessin d'atelier avec les mêmes constituants, formules de mélange et procédés de fabrication.

S'il s'avère que les caractéristiques ou les constituants d'une unité diffèrent de ce qui figure au dessin d'atelier qui lui est associé, le surveillant peut exiger le remplacement du lot dans son intégralité.

10.3.9.1.3 Mise en œuvre

Les unités de glissière en béton pour chantier (standard, effilée, de raccordement en Y et pour court rayon) et les unités de la glissière ancrable en béton pour chantier doivent être reliées entre elles au moyen de raccords conformes aux normes du Ministère.

Seules les unités de glissière en béton pour chantier fabriquées conformément aux dessins normalisés du chapitre 5 «Dispositifs de retenue pour chantiers» du *Tome VIII – Dispositifs de retenue* datés de 2015 et plus, et comportant une plaquette d'identification conforme aux exigences, seront acceptées sur les chantiers du Ministère à compter du :

- 1^{er} janvier 2024 sur les autoroutes, quelle que soit la vitesse;
- 1^{er} janvier 2025 sur les routes où la vitesse affichée est supérieure à 70 km/h;
- 1^{er} janvier 2026 sur les routes où la vitesse affichée est de 70 km/h et moins.

La vitesse à considérer est celle affichée sur le panneau de prescription de limite de vitesse (fond blanc).

À compter du 1^{er} janvier 2025, seules les unités de glissière ancrable en béton pour chantier fabriquées conformément aux dessins normalisés du chapitre 2 «Conception des ouvrages d'art» du *Tome III – Ouvrages d'art* datés de 2021 et plus, et comportant une plaquette d'identification conforme aux exigences, seront acceptées sur les chantiers du Ministère.

L'aménagement des glissières en béton pour chantier doit être fait en fonction des paramètres du chantier, conformément aux exigences du chapitre 4 «Travaux» du *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

L'entrepreneur doit fournir au Ministère le plan d'aménagement des glissières en béton pour chantier à installer conformément aux exigences de l'article «Plans de signalisation» de la section «Obligations et responsabilités de l'entrepreneur».

De plus, dans le cas où les glissières en béton pour chantier sont installées sur un pont, l'entrepreneur doit fournir au Ministère un avis écrit et signé par un ingénieur indiquant qu'elles sont installées selon le plan soumis.

10.3.9.1.4 Mode de paiement

Les glissières en béton pour chantier, à l'exception de celles qui sont utilisées sur un pont temporaire, sont payées au mètre. Le prix couvre notamment la fourniture pour la durée des travaux, le transport, l'installation, l'entretien, la réparation ou le remplacement en cas de bris, le déplacement à la suite d'un impact, l'enlèvement à la fin des travaux ainsi que la remise en ordre des lieux, et il inclut toute dépense incidente. Cet ouvrage est payé comme suit : 60 % à l'installation des glissières et 40 % au démantèlement.

Le coût relatif aux glissières en béton pour chantier utilisées sur un pont temporaire doit être inclus dans les prix globaux du pont temporaire.

Le déplacement des glissières en béton pour chantier requis par le Ministère est payé au mètre de glissière déplacée. Le prix couvre notamment la mise en œuvre et il inclut toute dépense incidente.

10.3.9.2 Glissières en béton à déplacement rapide pour chantier

10.3.9.2.1 Mise en œuvre

L'entrepreneur doit déplacer latéralement les glissières pour chantier selon les exigences de la gestion de la circulation. Pour ce faire, l'entrepreneur doit respecter les horaires donnés aux plans et devis et réduire au minimum les impacts des travaux sur la circulation.

Les véhicules de transfert doivent être pourvus de freins et de lumières de freins, de feux de circulation directionnels et de phares pour le travail de nuit ainsi que d'un crochet de remorquage et d'une flèche de signalisation lumineuse à chaque extrémité.

La tolérance pour la rectitude du positionnement est de 50 mm par rapport à la position prévue.

L'ajustement de la signalisation et le déplacement des glissières pour chantier doivent être simultanés.

10 | Organisation de chantier, locaux de chantier, gestion de la circulation et signalisation

10.3.9.2.2 Mode de paiement

Les glissières en béton à déplacement rapide pour chantier sont payées au mètre. Le prix couvre notamment la fourniture pour la durée des travaux, le transport, l'installation, l'entretien, la réparation ou le remplacement en cas de bris, le déplacement à la suite d'un impact ainsi que l'enlèvement à la fin des travaux, et il inclut toute dépense incidente. Cet ouvrage est payé comme suit : 60 % à l'installation des glissières et 40 % au démantèlement.

Le déplacement des glissières en béton à déplacement rapide pour chantier requis par le Ministère est payé au mètre de glissière déplacée. Le prix couvre notamment la mise en œuvre et il inclut toute dépense incidente.

10.3.10 ATTÉNUATEUR D'IMPACT POUR CHANTIER

Cet article couvre les atténuateurs d'impact fixes d'usage temporaire sur un chantier.

10.3.10.1 Assurance de la qualité

10.3.10.1.1 Homologation

L'entrepreneur doit utiliser des atténuateurs d'impact homologués par le Ministère.

Pour chaque atténuateur d'impact pour chantier, l'entrepreneur doit fournir au surveillant un avis écrit mentionnant que l'atténuateur d'impact est conforme aux exigences techniques du programme d'homologation du Ministère.

10.3.10.1.2 Plan d'aménagement

L'entrepreneur doit fournir au Ministère le plan d'aménagement des atténuateurs d'impact pour chantier conformément à l'article «Plans de signalisation» de la section «Obligations et responsabilités de l'entrepreneur».

10.3.10.1.3 Documents

L'entrepreneur doit remettre au surveillant une copie du dessin de montage et du manuel d'installation, d'inspection et d'entretien de chacun des modèles d'atténuateurs d'impact pour chantier.

10.3.10.2 Mise en œuvre

Un atténuateur d'impact pour chantier doit être installé aux extrémités des glissières rigides en béton, des glissières en béton pour chantier, des glissières de pont en acier ou en béton ou de tout autre élément rigide qui représente un obstacle pour les usagers de la route.

L'entrepreneur doit informer par écrit le surveillant avant de procéder à l'installation d'un atténuateur d'impact pour chantier.

L'entrepreneur doit obtenir au préalable l'autorisation écrite du surveillant pour toute ouverture additionnelle dans la glissière qu'il envisage d'aménager.

L'atténuateur d'impact pour chantier ainsi que les pièces de transition et leurs raccordements doivent être installés conformément au manuel d'installation du fabricant. Aucune modification n'est permise.

L'entrepreneur doit remettre au surveillant, dans un délai maximal de 24 h suivant l'installation, un avis attestant que chaque atténuateur d'impact pour chantier est installé conformément aux plans d'aménagement des atténuateurs d'impact pour chantier et au manuel d'installation du fabricant. Cet avis doit être daté et signé par l'entrepreneur et doit contenir l'information suivante :

- l'emplacement de l'atténuateur d'impact pour chantier;
- le modèle;
- la liste des vérifications réalisées lors de l'installation;
- la date et l'heure de l'inspection par le responsable en signalisation.

De plus, un avis identique doit être remis pour chaque déplacement ou remplacement d'atténuateur d'impact pour chantier.

10.3.10.3 Inspection et entretien

L'entrepreneur doit effectuer, sur une base quotidienne, une inspection de chaque atténuateur d'impact pour chantier. Les résultats de toutes les inspections doivent être enregistrés par écrit.

L'entrepreneur doit inspecter et entretenir les atténuateurs d'impact sur une base régulière.

Si le surveillant avise l'entrepreneur qu'un atténuateur d'impact pour chantier nécessite une réparation, l'entrepreneur doit immédiatement prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité des usagers.

L'entrepreneur doit remettre au surveillant, dans un délai maximal de 24 h suivant l'exécution, un avis signé attestant que la réparation de l'atténuateur d'impact pour chantier a été exécutée conformément aux recommandations du fabricant et que l'atténuateur est prêt pour l'usage prévu. Cet avis doit contenir l'information suivante :

- l'emplacement de l'atténuateur d'impact pour chantier;
- le modèle.



10 | Organisation de chantier, locaux de chantier, gestion de la circulation et signalisation

10.3.10.4 Mode de paiement

Les atténuateurs d'impact pour chantier sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture pour la durée des travaux, le transport, la préparation du site, l'installation, l'entretien, la réparation ou le remplacement en cas de bris, le déplacement à la suite d'un impact, la remise en ordre des lieux ainsi que l'enlèvement à la fin des travaux, et il inclut toute dépense incidente. Cet ouvrage est payé comme suit : 60 % à l'installation des atténuateurs d'impact et 40 % au démantèlement.

Le déplacement d'un atténuateur d'impact pour chantier requis par le Ministère est payé à l'unité. Le prix couvre notamment la préparation du site, la mise en œuvre ainsi que la remise en ordre des lieux, et il inclut toute dépense incidente.

Le prix d'un atténuateur d'impact pour chantier résultant d'une ouverture demandée par l'entrepreneur dans les glissières, additionnelle à celles déjà prévues aux plans et devis, est à la charge de ce dernier.

10.3.11 MARQUAGE TEMPORAIRE DANS UNE ZONE DE TRAVAUX

10.3.11.1 Matériaux

10.3.11.1.1 Peinture à base d'eau

L'entrepreneur doit utiliser une peinture à base d'eau homologuée conforme à la norme 10204 du Ministère.

L'entrepreneur doit fournir une attestation de conformité pour chaque lot de production répondant aux modalités décrites à la section «Signalisation horizontale».

10.3.11.1.2 Peinture alkyde

Si une peinture alkyde est utilisée pour les travaux effectués après le 15 octobre, elle doit être homologuée et conforme à la norme 10201 du Ministère.

L'entrepreneur doit fournir une attestation de conformité pour chaque lot de production répondant aux modalités décrites à la section «Signalisation horizontale».

10.3.11.1.3 Microbilles de verre

Les microbilles de verre utilisées doivent être conformes à la norme 14601 du Ministère.

L'entrepreneur doit fournir une attestation de conformité pour chaque lot de production répondant aux modalités décrites à la section «Signalisation horizontale».

10.3.11.1.4 Bande polymère temporaire

L'utilisation d'une bande polymère temporaire de couleur blanche ou jaune est autorisée uniquement en zone de travaux.

Pour prévenir le collage excessif et la difficulté à retirer la bande polymère temporaire, l'entrepreneur doit prévoir le remplacement de celle-ci durant les travaux selon les prescriptions du fabricant, le cas échéant. La bande polymère temporaire utilisée doit pouvoir être retirée à la fin des travaux sans altérer la surface.

10.3.11.2 Mise en œuvre

Avant la réalisation des travaux de marquage, l'entrepreneur doit soumettre au Ministère un plan de marquage indiquant la localisation et les quantités estimées de lignes à tracer pour les différentes phases des travaux. La dimension des lignes doit être conforme au chapitre 6 «Marques sur la chaussée» du Tome V – *Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

10.3.11.2.1 Conditions d'application

Conformément aux modalités décrites à la section «Signalisation horizontale», l'entrepreneur doit respecter les conditions d'application lors de la réalisation des travaux de marquage.

10.3.11.2.2 Marquage avec une peinture à base d'eau

L'entrepreneur procède au marquage avec une peinture à base d'eau homologuée à un taux de pose minimal de 48 l/km de ligne marquée.

10.3.11.2.3 Travaux réalisés après le 15 octobre

Si les travaux de marquage sont effectués après le 15 octobre, le surveillant peut autoriser par écrit, à la demande de l'entrepreneur, de continuer les travaux avec une peinture à base d'eau homologuée, si les conditions météorologiques le permettent.

Dans le cas contraire, les travaux sont réalisés avec une peinture alkyde homologuée à un taux de pose minimal de 48 l/km de ligne marquée.

10.3.11.2.4 Microbilles de verre

L'entrepreneur doit procéder à l'application des microbilles de verre de manière à les incorporer et les distribuer de façon uniforme. Cette opération doit être réalisée immédiatement après l'application de la peinture à un taux d'application minimal de 0,6 kg/l.

10 | Organisation de chantier, locaux de chantier, gestion de la circulation et signalisation

10.3.11.2.5 Exigences de durabilité et de rétroreflexion

Le taux de présence du marquage au sol doit être supérieur à 50 %. L'entrepreneur doit donc procéder au rafraîchissement ou au remplacement du marquage dès que le taux de présence atteint ce seuil. La vérification de la durabilité se fait selon la norme ASTM D913 « Standard Practice for Evaluating Degree of Pavement Marking Line Wear ».

En tout temps, la rétroreflexion du marquage doit être supérieure à $100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{luxe}^{-1}$. La vérification de la rétroreflexion est réalisée à l'aide d'un rétroreflectomètre mobile ou d'un appareil manuel conforme aux exigences de la norme ASTM E1710 « Standard Test Method for Measurement of Retroreflective Pavement Marking Materials with CEN-Prescribed Geometry Using a Portable Retroreflectometer ». L'entrepreneur doit donc procéder au rafraîchissement ou au remplacement du marquage dès que la valeur de rétroreflexion est inférieure à ce seuil.

10.3.11.3 Mode de paiement

Le marquage temporaire longitudinal est payé au mètre linéaire marqué. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Le marquage temporaire ponctuel est payé à l'unité ou au mètre linéaire marqué, selon l'article correspondant au bordereau. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

10.3.12 EFFACEMENT ET MASQUAGE DES LIGNES DE MARQUAGE

10.3.12.1 Mise en œuvre

Lors d'un changement de phase, à la fin des travaux ou lorsque cela est requis par le Ministère, les lignes de marquage existantes doivent être effacées.

La méthode utilisée doit minimiser les dommages à la surface de la chaussée.

La méthode d'effacement doit être approuvée par le surveillant avant le début de travaux.

Au début des travaux d'effacement, l'entrepreneur doit faire un banc d'essai afin que sa méthode soit approuvée par le surveillant.

Le masquage des lignes est autorisé uniquement en zone de travaux lorsque le marquage existant est incrusté. Le masquage doit être

réalisé avec une bande polymère de couleur noire et sa surface doit être mate pour ne pas refléter la lumière.

Pour prévenir le collage excessif et la difficulté à retirer la bande polymère temporaire, l'entrepreneur doit prévoir le remplacement de celle-ci durant les travaux selon les prescriptions du fabricant, le cas échéant. La bande polymère utilisée doit pouvoir être retirée à la fin des travaux sans altérer le marquage qu'elle recouvre.

Le masquage des lignes avec tout autre type de produit de marquage est interdit.

Avant de rétablir la circulation sur la portion de route où des lignes ont été effacées, l'entrepreneur doit procéder au prémarquage ou au marquage des lignes conformément aux modalités décrites à la section « Signalisation horizontale », le cas échéant.

10.3.12.2 Mode de paiement

L'effacement ou le masquage des lignes de marquage est payé au mètre linéaire effacé ou masqué. L'effacement du marquage ponctuel (musoirs, traverses, flèches, lignes d'arrêt, etc.) est payé à l'unité ou au mètre de ligne effacée, selon l'article correspondant au bordereau.

Le prix couvre notamment les opérations d'effacement ou de masquage, le nettoyage, la réalisation d'un banc d'essai ainsi que la mise au rebut des débris, et il inclut toute dépense incidente.

Pour le masquage, le prix couvre également le remplacement de la bande polymère arrachée ou devant être remplacée durant les travaux, le cas échéant.

10.3.13 PROTECTION DES AIRES PIÉTONNIÈRES

10.3.13.1 Mise en œuvre

L'entrepreneur doit s'assurer, pendant toute la durée des travaux, que les trottoirs et chemins empruntés par les piétons le long des rues sous une structure sont sécuritaires. Pour ce faire, l'entrepreneur doit installer des passages couverts à chaque endroit où les piétons passent habituellement.

Le passage couvert doit posséder les caractéristiques énoncées dans le Code de sécurité pour les travaux de construction (RLRQ, chapitre S-2.1, r. 4).

10 | Organisation de chantier, locaux de chantier, gestion de la circulation et signalisation

10.3.13.2 Mode de paiement

La protection des aires piétonnières est payée au mètre. Le prix couvre notamment le matériel et la main-d'œuvre nécessaires au montage, l'entretien durant la période complète des travaux, le démantèlement ainsi que le nettoyage des abords à la fin des travaux, et il inclut toute dépense incidente.

Le paiement de la protection des aires piétonnières est effectué au prorata des estimations des travaux. Toutefois, un minimum de 25 % est payé à la première estimation.

11 | Terrassements

11.1 PORTÉE DES TRAVAUX

Cette section couvre l'ensemble des travaux exécutés pour donner à la route la forme déterminée par les plans et profils en long et en travers jusqu'à l'élévation de la ligne d'infrastructure.

Les terrassements comprennent les travaux suivants :

- déboisement, abattage, essouchement et protection des arbres et arbustes;
- déblais;
- fossés latéraux et transversaux et fossés de décharge;
- nettoyage des fossés;
- remblais;
- emprunts;
- infrastructure améliorée;
- compactage des matériaux;
- préparation et stabilisation de l'infrastructure;
- nettoyage et régalinge finals;
- entrées privées;
- fourniture des matériaux de carrière ou de sablière.

11.2 DÉBOISEMENT

Les travaux consistent à enlever entièrement les arbres de toutes les dimensions, isolés ou non, les arbustes, les branches, les broussailles et le bois mort. L'enlèvement des souches et du sol organique fait partie des déblais ou des excavations.

11.2.1 TRAVAUX SUR LES TERRES FORESTIÈRES DU DOMAINE PUBLIC

Pour tout abattage d'arbres et pour tous les autres travaux effectués sur les terres forestières du domaine de l'État, l'entrepreneur doit se conformer aux exigences de la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (RLRQ, chapitre A-18.1) et de ses règlements, en particulier du Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État (RLRQ, chapitre A-18.1, r. 0.01).

11.2.2 PRÉVENTION DES INCENDIES DE FORÊT

L'entrepreneur est responsable de la prévention des incendies de forêt, y compris sur les sites d'emprunt et leurs accès. Il doit observer strictement les instructions, lois et règlements édictés par les autorités compétentes.

Lorsque des travaux en forêt sont prévus, l'entrepreneur doit en aviser la Société de protection des forêts contre le feu (SOPFEU). Il est responsable d'appliquer toute condition émise par la SOPFEU, le cas échéant, notamment la préparation et l'application d'un plan de protection généralement requis lorsque des opérations de brûlage en forêt dans le cadre de travaux de déboisement sont prévues ou pour d'autres travaux pouvant provoquer un incendie de forêt.

Les coûts engendrés par la préparation et l'application d'un plan de protection sont assumés par l'entrepreneur.

Dans l'éventualité où le brûlage est interdit, l'entrepreneur peut procéder par déchiquetage mécanique afin d'obtenir des fragments de la dimension maximale permise pour l'incorporation à la terre végétale ou pour toute autre utilisation.

11.2.3 DESTINATION DES MATÉRIAUX

L'entrepreneur doit mettre au rebut les matériaux et les débris provenant du déboisement, du coupage à ras de terre, de l'abattage et de l'essouchement. Si la réglementation le permet, ces débris peuvent être brûlés sur place, mais les résidus doivent être mis au rebut.

Le bois d'une valeur commerciale coupé dans l'emprise, sauf sur les terres forestières du domaine public, est la propriété de l'entrepreneur, qui ne peut pas le brûler, l'enterrer ou le détruire. Le bois coupé hors de l'emprise appartient au propriétaire du terrain, et l'entrepreneur doit l'ébrancher, le couper en pièces de longueur commerciale et l'empiler en bordure des sections défrichées, de façon que le propriétaire puisse le récupérer.

11.2.4 COUPAGE À RAS DE TERRE

11.2.4.1 Mise en œuvre

Lors du coupage à ras de terre, les souches sont laissées en place aux endroits suivants :

- dans les secteurs en remblai : les souches et toute autre végétation sont coupées à une hauteur maximale de 150 mm au-dessus du sol naturel à l'emplacement des remblais de 1 m ou plus d'épaisseur, mesurés sous la ligne d'infrastructure;
- à la périphérie d'un boisé conservé ou à la limite des lignes de terrassement : il faut maintenir, dans cette lisière, l'état du couvert végétal non arborescent ainsi que le sol en place.

Toute circulation de matériel lourd est interdite à l'intérieur des limites précitées.

11 | Terrassements

11.2.4.2 Mode de paiement

Le coupage à ras de terre est payé à prix global, à l'hectare ou au mètre carré mesuré en place, suivant les pentes du terrain. Le prix couvre notamment l'acquisition et la mise en ordre des emplacements requis, la surveillance, le matériel et les matériaux nécessaires aux fins de prévention et de protection contre le feu, le déchiquetage mécanique, la préparation du terrain et la restauration du couvert forestier pour les aires requises par l'entrepreneur, lorsque sises sur les terres forestières du domaine public, ainsi que le recours aux services d'un ingénieur forestier, le cas échéant, et il inclut toute dépense incidente.

11.2.5 ARBRES ISOLÉS

11.2.5.1 Mise en œuvre

Les arbres à abattre sont sélectionnés et marqués par le surveillant. L'entrepreneur doit recevoir l'autorisation du surveillant avant de procéder à l'abattage.

Les travaux d'essouchement consistent à enlever les souches jusqu'à une profondeur minimale de 300 mm au-dessous de la surface. L'entrepreneur doit éviter d'endommager les terrains ou les zones d'enracinement des arbres et arbustes conservés et il doit restaurer la surface endommagée.

11.2.5.2 Mode de paiement

Les travaux d'abattage et d'essouchement des arbres isolés sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment le matériel requis ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

11.2.6 ÉLAGAGE

11.2.6.1 Mise en œuvre

Le dégagement des aires de travaux des branches interférentes doit être effectué sur tous les arbres possédant des branches situées dans la zone de manœuvre du matériel et qui risquent d'être endommagées lors des travaux.

Les branches sont considérées comme interférentes lorsqu'il n'existe pas de solution de rechange pratique applicable sur le terrain afin de les conserver. Dans le cas des arbres situés en dehors de l'emprise, mais dont les branches interférentes doivent être élaguées, l'autorisation écrite de leur propriétaire doit être obtenue avant de commencer des travaux d'élagage ou des traitements arboricoles.

L'entrepreneur doit soumettre au Ministère son plan d'intervention avant l'exécution des travaux.

L'exécution des travaux d'élagage des branches interférentes doit être conforme à la norme BNQ 0605-200 « Entretien arboricole et horticole – Partie IV : Élagage des arbres ».

Au cours des travaux, s'il survient des dommages, le surveillant doit en être avisé afin qu'il puisse recommander les traitements arboricoles requis.

11.2.6.2 Mode de paiement

Les travaux d'élagage sont payés à l'unité d'arbre élagué. Le prix couvre notamment le matériel requis ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

11.2.7 PROTECTION DES ARBRES ET ARBUSTES

11.2.7.1 Mise en œuvre

Les travaux de protection concernent les arbres et arbustes dont la zone de projection au sol de la cime est touchée par l'exécution des travaux.

L'entrepreneur doit prendre toutes les mesures nécessaires pour préserver de tout dommage ou de toute mutilation les arbres et les arbustes dont la conservation est prévue aux plans et devis.

11.2.7.1.1 Périmètre de protection

Au début des travaux, l'entrepreneur doit délimiter un périmètre de protection autour des arbres, des arbustes et des boisés à conserver, conformément aux exigences du chapitre 10 « Arboriculture » du *Tome IV – Abords de route* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

Une clôture de protection doit être installée à la limite du périmètre de protection. Elle doit être maintenue en place et en bon état pendant toute la durée des travaux.

Le matériau utilisé pour la clôture doit assurer une délimitation efficace et continue. Il doit résister aux intempéries, aux déchirures et être à l'état neuf. Les couleurs permises sont le rouge et l'orangé.

Toute circulation de matériel lourd et tout entreposage de matériaux sont interdits à l'intérieur des périmètres de protection mis en place. Dans le périmètre de protection d'un milieu boisé, seule une coupe à ras de terre des arbres et des arbustes à éliminer peut être effectuée.

L'entrepreneur doit procéder à l'enlèvement des clôtures délimitant les périmètres de protection lorsque tous les travaux prévus aux plans et devis sont terminés.

11 | Terrassements

11.2.7.1.2 Coupe des racines

La coupe nette des racines endommagées des arbres conservés doit être effectuée le long des excavations pour toutes les racines brisées dont le diamètre est d'au moins 10 mm.

Dans le cas des arbres situés en dehors de l'emprise, mais dont les racines doivent être coupées, l'autorisation écrite de leur propriétaire doit être obtenue avant de commencer les travaux de coupe des racines.

11.2.7.1.3 Arrosage

L'arrosage de la zone d'enracinement des arbres conservés doit être effectué si les conditions météorologiques contribuent à un assèchement rapide de la terre végétale.

L'arrosage doit être effectué dans la zone de projection au sol de la cime des arbres jusqu'à pénétration d'au moins 150 mm de profondeur dans le sol en place. Il doit être fait de manière successive pour faciliter la pénétration de l'eau dans le sol et non le ruissellement de l'eau en surface.

Les travaux doivent être effectués à raison de 2 arrosages par semaine jusqu'à ce que l'excavation soit refermée, ou aussi longtemps que dure la sécheresse pendant la saison de végétation. Chaque arbre nécessite en moyenne 1000 l d'eau par arrosage.

11.2.7.2 Mode de paiement

La protection des arbres et arbustes est payée à prix global. Ce prix couvre notamment la coupe des racines, l'arrosage, la fourniture des matériaux, leur mise en œuvre, le nettoyage des lieux ainsi que la mise au rebut, et il inclut toute dépense incidente.

La clôture temporaire servant à la protection des arbres et arbustes est mesurée et payée au mètre. Le prix couvre notamment les matériaux, l'installation ainsi que le démantèlement à la fin des travaux, et il inclut toute dépense incidente.

Si ces ouvrages ne font pas l'objet d'articles particuliers au bordereau, l'entrepreneur doit en répartir les coûts dans le prix global ou unitaire du déboisement.

11.3 TRAITEMENT DES SOLS ORGANIQUES ET DES SOLS DE FAIBLE PORTANCE

Les tourbières, les marécages et les autres sols de faible portance sont traités selon l'une des méthodes suivantes :

- déblai;
- déplacement par gravité;
- consolidation par surcharge;
- consolidation sans surcharge.

La méthode à suivre est stipulée aux plans et devis. Toute autre méthode soumise par l'entrepreneur doit être approuvée par le surveillant avant l'exécution des travaux.

11.3.1 TRAITEMENT PAR DÉBLAI

11.3.1.1 Mise en œuvre

La méthode par déblai consiste à enlever totalement les tourbes fibreuses ou pâteuses, les terres noires, les matières organiques et tout sol de faible portance jusqu'au sol ferme.

Les matériaux déblayés sont déposés de chaque côté de l'excavation à une distance minimale du bord égale à 1,5 fois la profondeur du déblai et épandus sur place. Ces matériaux peuvent aussi être transportés et utilisés comme terre végétale, après amendement, s'il y a lieu, ou utilisés ultérieurement pour adoucir les talus de la chaussée.

Le remblayage doit suivre immédiatement le déblaiement et être exécuté sur toute la largeur déblayée. Les matériaux de remblayage sont de la nature stipulée aux plans et devis.

11.3.1.2 Mode de paiement

Les matériaux déblayés sont mesurés et payés selon le mode de paiement du déblai de deuxième classe.

Les matériaux utilisés pour le remblayage des excavations sont mesurés et payés selon leur provenance et leur mode de paiement respectif.

11.3.2 DÉPLACEMENT PAR GRAVITÉ

11.3.2.1 Mise en œuvre

Cette méthode consiste à construire le remblai de façon à déplacer les sols organiques sous-jacents vers l'extérieur du remblai. Les matériaux de remblayage sont de la nature stipulée aux plans et devis. Le chargement du remblai doit être effectué à partir d'une seule des 2 extrémités de la tourbière.



11 | Terrassements

Si la croûte fibreuse de surface empêche le déplacement du dépôt organique, des tranchées longitudinales sont creusées de part et d'autre du remblai, facilitant l'évacuation des sols organiques vers les côtés de ce dernier.

S'il y a formation de bourrelets frontaux ou latéraux nuisant au déplacement des sols organiques, l'entrepreneur doit les enlever au fur et à mesure que le remblai progresse.

Dans le cas où les tranchées latérales ne suffisent pas à assurer un déplacement complet des sols organiques, l'entrepreneur doit procéder au déblaiement complet de la croûte fibreuse sous toute la largeur de la plate-forme.

Le remblai est d'abord construit sur toute la largeur de la plate-forme et il doit être suffisamment élevé pour assurer un poinçonnement efficace des sols organiques. Les pentes du remblai doivent être maintenues les plus abruptes possible, et la progression du remblai doit s'effectuer en forme de tête de flèche. Par la suite, les pentes sont adoucies selon les exigences des plans et devis.

Dans le cas où il faut déplacer les sols organiques vers un seul côté du remblai, la progression du remblai doit alors s'effectuer suivant un angle de 45° par rapport à la ligne de centre.

11.3.2.2 Mode de paiement

Les sols déplacés par gravité ne font l'objet d'aucun article au bordereau. Tous les frais engagés pour la réalisation de cet ouvrage sont inclus dans les prix unitaires ou globaux des ouvrages correspondants.

Le volume des matériaux provenant du déblai de la croûte fibreuse de surface et des fossés latéraux est mesuré et payé selon le mode de paiement du déblai de deuxième classe.

Si cela est requis de la part du surveillant, l'enlèvement des bourrelets frontaux ou latéraux est mesuré selon les quantités réellement exécutées et payé selon le mode de paiement du déblai de deuxième classe.

Les matériaux utilisés pour le remblai sont mesurés et payés selon leur provenance et leur mode de paiement respectif. Le nivellement ou la mise en forme des sols déplacés de chaque côté du remblai est payé selon le mode de paiement pour le nettoyage et le régalaie finals.

11.3.3 CONSOLIDATION

11.3.3.1 Conditions préalables

La réussite de cette méthode exige que la croûte de surface ne soit pas brisée, que le sol soit chargé lentement et que des instruments de contrôle soient installés pour déterminer le moment où le tassement désiré est atteint afin de prévenir toute rupture par cisaillement du sol de fondation durant et après la construction.

11.3.3.2 Appareils de contrôle

Les appareils nécessaires au contrôle (indicateurs de tassement, indicateurs de couche et indicateurs de déplacement latéral) sont mis à la disposition du surveillant par l'entrepreneur, qui doit également fournir le support logistique pour faciliter leur installation. Ces appareils sont installés et utilisés exclusivement par le Ministère.

11.3.3.3 Mise en œuvre

11.3.3.3.1 Consolidation par surcharge

La méthode de consolidation par surcharge consiste à construire un remblai à un niveau plus élevé, 600 mm au-dessus du profil envisagé pour le revêtement, afin d'obtenir une consolidation accélérée du sol compressible. Après consolidation du sol en place, la surcharge est enlevée jusqu'à la ligne de sous-fondation.

Les étapes de construction sont les suivantes :

- a) coupage à ras de terre;
- b) enlèvement de la zone à traiter des arbres, des branches et des broussailles. Le brûlage doit être fait en dehors des zones de sols organiques, et l'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires pour éviter tout danger d'enflammer ces zones. Aucun véhicule motorisé pouvant endommager la couche fibreuse de surface n'est autorisé à circuler directement sur la tourbe, à l'intérieur de l'emprise. Dans le cas où le matériel utilisé occasionne un bris de la couche fibreuse, l'entrepreneur doit supporter les frais relatifs aux travaux supplémentaires, tels que l'achat et la pose de géogrilles, la pose et l'enlèvement d'une surcharge, l'acquisition de terrains supplémentaires, la mise en place de contrepoids, et toute dépense incidente attribuable au bris de la couche;



11 | Terrassements

- c) épandage sur le terrain d'une couche initiale du matériau de sous-fondation de 900 mm d'épaisseur. Une période d'attente régie par les instruments de contrôle est prévue après la pose de cette couche (dans le cas où il n'y a pas de piézomètre, la période d'attente est de 2 semaines);
- d) mise en œuvre de couches successives ne dépassant pas 300 mm d'épaisseur d'un matériau stipulé aux plans et devis jusqu'au niveau prévu pour la surcharge. Une période d'attente régie par les instruments de contrôle est prévue entre la pose de chacune des couches (dans le cas où il n'y a pas d'instruments de contrôle, la période d'attente est d'une semaine entre la pose de chaque couche);
- e) après la période de consolidation d'une durée minimale de 120 jours, et selon les instructions du surveillant, le surplus de remblai est enlevé jusqu'à la ligne de sous-fondation ou jusqu'à l'élévation déterminée par le surveillant, soit en le poussant de chaque côté du remblai pour adoucir les pentes, soit en le transportant aux endroits désignés. Dans le but d'éviter un trop grand rebondissement du dépôt organique, le surplus de matériaux est enlevé en 2 couches d'égale épaisseur et la pose des fondations doit suivre immédiatement cet enlèvement;
- f) les pentes du remblai sont de l'ordre de 1V:2H durant la période de construction, de façon à obtenir des pentes finales de l'ordre de 1V:3H à 1V:4H une fois le tassement terminé;
- g) si des fossés longitudinaux sont prévus, ils doivent être creusés après les travaux de chargement et avant l'enlèvement de la surcharge;
- h) lors de la construction du remblai, 4 passages de compacteur sont effectués après la mise en place de la couche initiale. Le compactage des couches subséquentes se fait selon le compactage des remblais de sol jusqu'à la ligne de sous-fondation. Par la suite, le remblai peut être réalisé sans compactage jusqu'au niveau supérieur de la surcharge. Après l'enlèvement de la surcharge, la surface doit être densifiée selon les degrés de compacité exigés. Durant toute la construction du remblai, la masse totale d'un compacteur statique doit être inférieure à 16 000 kg et celle d'un compacteur-vibrateur, inférieure à 10 000 kg;
- i) à moins de conditions particulières et d'une autorisation préalable, seuls les camions à 10 roues de catégorie A.2, tels qu'ils sont décrits au Règlement sur les normes de charges et dimensions des véhicules et des ensembles de véhicules routiers, peuvent être utilisés pour le chargement des zones de tourbières.
La masse totale en charge d'un camion est la suivante :
 - ♦ lors de la pose de la couche initiale, la masse totale en charge d'un camion chargé ne doit pas excéder 20 000 kg;
 - ♦ pour la pose des couches subséquentes, la masse totale en charge d'un camion ne doit pas excéder la masse légale.

La masse maximale du boueur utilisé lors du chargement ou du déchargement doit être inférieure à 12 000 kg.

Lors de la pose de la couche initiale, les véhicules de transport doivent tourner à une distance de 30 m du front d'avancement du remblai et le déchargement doit se faire à plus de 15 m du front d'avancement.

Durant toute la période de construction, la distance à garder entre 2 camions chargés doit toujours être supérieure à 30 m.

Les camions doivent circuler sur toute la largeur de la plate-forme sans s'approcher à moins de 1,5 m du talus du remblai.

Durant toute la période de construction, aucun véhicule au repos ou amas de matériaux n'est toléré sur les zones de sols organiques;
- j) lors de la construction du remblai, si un ponceau temporaire s'avère nécessaire, il doit être installé après la pose de la couche initiale. Si des ponceaux permanents sont prévus, ils doivent être installés immédiatement avant la pose des matériaux de fondation;
- k) la construction en période hivernale n'est permise que pour la pose de la couche initiale, à la condition que l'épaisseur de neige au sol soit inférieure à 150 mm et que les appareils de contrôle ne soient pas endommagés par le gel. Au printemps, les travaux ne reprennent que lorsqu'il n'y a plus de gel à travers le remblai et le sol sous-jacent;
- l) si les cotes de sécurité prévues pour les instruments de contrôle sont dépassées, il faut arrêter la construction dans la zone en danger et, si cela est nécessaire, suspendre la circulation lourde sur toute la section concernée. Les travaux de chargement ne reprennent qu'après instruction du surveillant.

11 | Terrassements

11.3.3.3.2 Consolidation sans surcharge

La méthode de consolidation sans surcharge consiste à construire un remblai sur des sols compressibles sans utiliser de surcharge. Les tassements sont compensés périodiquement par l'addition de matériaux. Une épaisseur additionnelle de 150 mm au-dessus du profil de sous-fondation est mise en place pour compenser les tassements attribuables à la pose des couches de fondation. La pose du revêtement final est effectuée lorsque les tassements sont terminés. Les modalités et les étapes de construction sont les mêmes que pour la consolidation par surcharge, à l'exception des dispositions qui suivent :

- a) identiques à celles de l'article 11.3.3.3.1 d), sauf que le niveau prévu est de 150 mm au-dessus de la ligne de sous-fondation;
- b) identiques à celles de l'article 11.3.3.3.1 e), sauf que la durée minimale de la consolidation est de 14 jours;
- c) identiques à celles de l'article 11.3.3.3.1 h), relativement au compactage jusqu'à la ligne de sous-fondation et aux types de compacteurs utilisés. Toutefois, après avoir réalisé le remblai jusqu'à 150 mm au-dessus du profil de la sous-fondation et après une attente de 2 semaines, il faut, avant de procéder à la pose des matériaux de fondation, niveler et densifier la surface du remblai.

11.3.3.4 Mode de paiement

Les matériaux utilisés pour le remblai sont mesurés et payés selon leur provenance et leur mode de paiement respectif.

Les quantités de matériaux réellement enlevées provenant de la surcharge sont mesurées et payées comme déblais de deuxième classe.

Les appareils nécessaires au contrôle (indicateurs de tassement, indicateurs de couche et indicateurs de déplacement latéral) sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment les matériaux, la fabrication ainsi que le soutien logistique, et il inclut toute dépense incidente.

11.4 DÉBLAIS

11.4.1 PORTÉE DES TRAVAUX

Les déblais de première et les déblais de deuxième classe désignent la partie des terrassements comprenant le total des coupes de terrain à exécuter dans les limites de l'emprise et des

servitudes, selon les plans et devis modifiés ou non par le surveillant au cours des travaux. Ces travaux comprennent également :

- l'enlèvement des souches et des sols organiques;
- l'aménagement des fossés latéraux et transversaux dans les limites de l'emprise indiquées aux plans;
- l'aménagement des transitions;
- la mise en réserve de matériaux pour utilisation future;
- la fragmentation des revêtements en béton existants;
- la fragmentation des revêtements en enrobé existants;
- le déblai des sols de faible portance.

11.4.2 PRÉDÉCOUPAGE

Le prédécoupage est une technique de contrôle des bris qui consiste à créer un plan de fracturation selon une pente prédéterminée par l'intermédiaire de trous rapprochés, chargés légèrement et amorcés simultanément, à moins que des contraintes relatives aux vibrations imposent des tirs en séquences.

Les plans de tir, l'horaire des tirs et le journal des tirs doivent être conformes aux exigences concernant le sautage de masse.

11.4.2.1 Mise en œuvre

11.4.2.1.1 Forage

L'entrepreneur localise la position de la première ligne de prédécoupage et procède au forage des trous selon les tolérances indiquées dans le présent article. La qualité des forages étant un facteur important dans la réussite du prédécoupage, l'entrepreneur doit contrôler les travaux en utilisant le matériel approprié afin de réduire les déviations.

Chaque trou de prédécoupage sur le terrain doit être implanté par arpentage avec une précision de ± 30 mm en x et y par rapport à son centre théorique. Tous les trous doivent être identifiés clairement à l'aide d'un repère visuel sur le site. La régularité de l'espacement entre les trous est un préalable à la réussite du prédécoupage. La tolérance entre le centre implanté et le centre réel du trou de prédécoupage, une fois foré, ne doit pas excéder 75 mm en surface. Les trous ne répondant pas à cette tolérance sont jugés non conformes.

Chaque trou est orienté perpendiculairement à la direction du plan de prédécoupage et plonge selon la pente stipulée aux plans et devis. Un

11 | Terrassements

instrument ou un gabarit spécialement conçu à cet effet doit être utilisé pour assurer la constance de l'inclinaison des trous. Les déviations admissibles des trous de forage sont restreintes, dans toutes les directions, à 2 % de la longueur forée par rapport à la position théorique des trous. Les trous de forage qui dérogent à cette tolérance sont rejetés et jugés non conformes.

Cependant, si le plan de prédécoupage dévie de plus de 300 mm par rapport à sa position théorique, le surveillant peut exiger de l'entrepreneur qu'il reprenne et stabilise la partie non conforme de la coupe, à ses frais.

Les trous ne doivent pas s'entrecroiser. Les trous qui s'entrecroisent sont jugés non conformes.

Le diamètre des trous de forage est de 65 mm à 90 mm pour les foreuses de type marteau hors trou et de 120 mm à 155 mm pour les foreuses de type marteau fond de trou.

L'espacement correspond à la distance centre à centre entre les trous. Ainsi, pour les trous de 65 mm à 90 mm de diamètre, le premier essai a lieu avec un espacement de 600 mm. Pour des trous de 120 mm à 155 mm de diamètre, le premier essai est réalisé avec un espacement de 1200 mm.

L'espacement est modifié, le cas échéant, par le Ministère, selon les résultats obtenus suivant les sections d'essai.

Toute modification à la méthode du prédécoupage exige l'approbation du Ministère avant les travaux. Si cette exigence n'est pas respectée, les travaux sont jugés non conformes.

Un sous-forage de 600 mm, mesuré par rapport au dessus de la ligne théorique du roc brisé et laissé en place, est requis pour faciliter le dégagement du roc à la base de la paroi prédécoupée.

11.4.2.1.2 Chargement

L'utilisation de la technique du sautage adouci est interdite.

L'utilisation d'explosifs contenant des perchlorates est interdite.

Tous les trous sont chargés. Avant de placer les explosifs, l'entrepreneur doit vérifier que les trous sont libres de toute obstruction et qu'ils ont atteint la profondeur exigée. Les trous non chargés sont jugés non conformes.

La charge explosive doit former une colonne continue d'explosifs conçus spécifiquement pour le prédécoupage et dont le diamètre n'excède pas le demi-diamètre du trou. L'utilisation d'un agent de sautage en vrac est interdite pour le prédécoupage.

Une charge de fond maximale de 1 kg d'explosifs peut être placée au fond de chacun des trous, à moins que cette technique provoque des dommages à la paroi prédécoupée à la base de la coupe.

La colonne de chargement doit s'arrêter à la base du collet du trou située à environ 1 m du sommet de ce dernier. Le collet est bourré au moyen d'un matériau granulaire sec compactable dont 100 % des particules passent le tamis de 20 mm.

11.4.2.1.3 Mise à feu

Le sautage du prédécoupage et celui des déblais de première classe doivent être réalisés en deux opérations distinctes et totalement indépendantes l'une de l'autre. À l'exception des sections d'essai, le plan prédécoupé doit devancer d'au moins 15 m le sautage de la masse adjacente.

Cependant, pour des déblais à flanc de coteau (*side hill cut*), où la surface du terrain naturel rocheux est inclinée à plus de 45° et lorsque la distance horizontale entre le plan prédécoupé et la surface de l'affleurement rocheux est inférieure ou égale à 10 m, mesurée au tiers supérieur sur les sections transversales, le sautage du prédécoupage et celui du déblai de première classe adjacent peuvent être effectués sur la même séquence de sautage. Dans ce cas, la mise à feu doit débiter par les charges de prédécoupage, suivies de la mise à feu du sautage de masse contigu (ou limitrophe). Un délai minimal de 0,050 s (50 ms) doit séparer la mise à feu du prédécoupage de celle du sautage de masse subséquent. Tous les trous de la ligne de prédécoupage sont mis à feu simultanément. Toutefois, pour des raisons de contrôle des vibrations ou du bruit, la séquence de sautage du prédécoupage peut être réduite jusqu'à 1 trou par délai; le délai ne doit pas excéder 0,025 s.

11.4.2.1.4 Section d'essai

Avant de procéder au forage du prédécoupage pour l'ensemble du contrat, une section d'essai, d'une longueur d'environ 15 m, est effectuée à même les déblais de première classe à exécuter afin d'évaluer la qualité des résultats de la méthode de prédécoupage employée.

Lorsque les résultats ne sont pas conformes aux exigences de forage, de chargement ou de mise à feu, l'entrepreneur doit apporter les correctifs nécessaires et procéder à de nouvelles sections.

11.4.2.2 Mode de paiement

Le prédécoupage est payé au mètre carré suivant le plan de prédécoupage indiqué aux plans et devis. La surface totale payable couvre la

11 | Terrassements

surface de prédécoupage et la surface créée par le sous-forage maximal de 600 mm. Le prix couvre notamment le forage, les explosifs ainsi que les accessoires, et il inclut toute dépense incidente.

Le prix soumis au mètre carré correspond à un espacement théorique des trous de 600 mm pour les foreuses de type marteau hors trou et de 1200 mm pour les foreuses de type marteau fond de trou.

Dans le cas où, suivant la section d'essai, l'espacement des trous est diminué ou augmenté, un montant d'ajustement à la hausse ou à la baisse est calculé en fonction du rapport entre l'espacement théorique de 600 mm ou de 1200 mm, selon le type de foreuse utilisé et le nouvel espacement demandé. Cet ajustement s'applique à la superficie traitée avec un même type de foreuse et suivant ce même espacement demandé.

Le montant d'ajustement est payé à prix global.

11.4.3 DÉBLAIS DE PREMIÈRE CLASSE

11.4.3.1 Description des travaux

Les déblais de première classe comprennent le roc solide, les revêtements en béton recouverts ou non d'enrobé ainsi que, lorsqu'ils ont un volume supérieur à 1 m³, les blocs de roc et les ouvrages massifs en béton, en pierres ou en maçonnerie cimentées, tous ne pouvant être fragmentés aux dimensions requises pour les travaux qu'au moyen d'explosifs ou de matériel à percussion. Les sols gelés et les sols pierreux densément agglomérés sont exclus de cette classe.

11.4.3.2 Destination des matériaux de déblai de première classe

Tous les matériaux provenant des déblais de première classe doivent être employés en respectant l'ordre de priorité de réutilisation suivant :

1. Infrastructure améliorée;
2. Fermeture des remblais;
3. Remblais;
4. Fondations de chaussée.

Toutefois, si la pierre est de la qualité et de la dimension requises, l'entrepreneur peut l'utiliser pour la construction d'enrochements, de gabions et d'autres ouvrages de maçonnerie et de revêtement en pierres prévus aux plans et devis.

Si des matériaux sont perdus par la faute de l'entrepreneur, il doit, si cela est nécessaire, les remplacer à ses frais par un volume équivalent

de matériaux permettant de respecter l'ordre de priorité de réutilisation et respectant les exigences de la couche pour laquelle ce volume sera utilisé.

Les revêtements en béton recouverts ou non d'un revêtement en enrobé et les ouvrages massifs en béton peuvent être utilisés pour la fabrication de matériaux recyclés de type MR conformes aux exigences de la couche pour laquelle ces matériaux seront utilisés. La récupération est réalisée conformément aux exigences de mise en œuvre. L'entrepreneur est tenu, si nécessaire, de remplacer les déblais de première classe ainsi utilisés, à ses frais, par un volume équivalent de sol compactable.

Si des déblais de première classe ne peuvent pas être utilisés ou mis en réserve, l'entrepreneur doit les mettre au rebut.

11.4.3.3 Mise en œuvre

L'entrepreneur enlève les déblais de deuxième classe, y compris le roc désagrégé, avant d'exécuter les déblais de première classe. L'abattage du roc doit être confiné à l'intérieur des limites théoriques indiquées aux plans et devis. Le roc des déblais doit être fragmenté en totalité selon son utilisation.

11.4.3.3.1 Sautage de masse

L'utilisation d'explosifs contenant des perchlorates est interdite.

Toute technique de sautage qui endommage le plan de prédécoupage ou qui altère la stabilité de la coupe doit être abandonnée.

Le plan formé par la première ligne de forage pour le sautage de masse doit être parallèle au plan de prédécoupage et à une distance minimale de 1,25 m de ce dernier, ou encore il peut être vertical dans la mesure où le fond du trou de forage de masse est localisé à une distance minimale de 1,25 m par rapport à la base du plan prédécoupé. Dans ce dernier cas, les blocs surdimensionnés créés par cette méthode d'exécution doivent être refractionnés aux dimensions requises, aux frais de l'entrepreneur. La profondeur maximale du sous-forage de ces trous est de 600 mm, mesurée au-dessous de la ligne théorique de roc brisé et laissé en place. La distance de 1,25 m peut être augmentée si le sautage de masse cause trop de fissures à la paroi prédécoupée.

Dans les coupes avec un ou plusieurs paliers, le patron de forage doit être orienté de sorte que les lignes de trous de forage se situent à une distance minimale de 750 mm de part et d'autre du sommet de la ligne de prédécoupage du palier inférieur.

Au droit d'un palier, l'entrepreneur doit adapter son patron de forage et s'assurer que chacun des



11 | Terrassements

trous de forage a atteint la profondeur requise afin d'obtenir la géométrie désirée. Les trous trop profonds sont comblés à l'aide de matériaux de bourrage avant de procéder au chargement. La profondeur maximale du sous-forage est de 600 mm.

Pour les autres trous de masse, le sous-forage est fonction du patron de sautage adopté. Le diamètre maximal des trous est de 155 mm.

Lorsque, dans la zone correspondant au collet, l'entrepreneur observe la formation de blocs surdimensionnés, il doit, à ses frais, prendre les dispositions nécessaires pour réduire ce phénomène, soit en diminuant sa maille de forage (fardeau $\times$ espacement), en utilisant une charge satellite à l'intérieur du collet, en forant une maille intermédiaire de la hauteur du collet à l'intérieur de la maille principale ou en employant toute autre méthode éprouvée.

Après un sautage, l'entrepreneur doit procéder au dégagement du front d'abattage sur la pleine hauteur avant d'exécuter le sautage subséquent.

Le déblaiement du roc, notamment le dégagement des parois prédécoupées, doit suivre le front d'abattage à une distance d'au plus 20 m.

11.4.3.3.2 Abattage

L'abattage du roc est effectué de façon à permettre son déblaiement jusqu'à la ligne de sous-fondation indiquée sur les profils longitudinaux et transversaux, tout en laissant du roc brisé en place sur une profondeur d'au moins 300 mm comme matériau de sous-fondation. La taille des blocs constituant la couche de roc brisé ne doit pas excéder 150 mm de diamètre, afin de permettre le profilage et le compactage.

11.4.3.3.3 Transition dans les déblais

L'aménagement d'une transition dans les déblais de première classe doit être exécuté selon les exigences générales pour les transitions.

11.4.3.3.4 Écaillage et stabilisation

Au fur et à mesure de l'enlèvement des déblais de première classe, l'entrepreneur procède à l'écaillage de la paroi finale afin d'enlever ou de stabiliser tout morceau de roc lâche.

Si, après le déblaiement et l'écaillage, du roc demeure accroché à la paroi et fait saillie par rapport à la ligne théorique de prédécoupage, l'entrepreneur doit effectuer, à ses frais, les corrections nécessaires.

11.4.3.3.5 Plans de tir

Les plans généraux de forage et de sautage doivent être signés et scellés par un ingénieur ayant une expérience pertinente dans l'utilisation d'explosifs et d'excavation du roc. Une copie de ces plans est transmise au surveillant au minimum 2 semaines avant le début des travaux de forage.

Durant les travaux, l'ingénieur qui a authentifié les plans généraux de forage et de sautage doit procéder à la vérification des méthodes utilisées pour la réalisation des déblais de première classe afin qu'elles respectent ces plans. Cet ingénieur doit fournir au Ministère un avis écrit qui indique que les sautages sont conformes aux plans généraux de forage et de sautage. Si ces derniers doivent être modifiés, il doit indiquer la nature et la raison des changements. L'avis doit être signé par l'ingénieur qui a procédé aux vérifications des méthodes employées lors des travaux.

Ces plans doivent indiquer les patrons de forage et de sautage types envisagés pour chaque genre de sautage requis (masse, prédécoupage, tranchée, etc.). L'information devant figurer sur ces plans est la suivante :

- les dimensions des patrons de forage et de sautage selon les hauteurs de coupes requises;
- la séquence de mise à feu;
- la fiche technique indiquant la composition des explosifs utilisés;
- le chargement d'un trou type;
- le facteur de chargement visé et les charges maximales admissibles par délai pour répondre aux critères de contrôle des vibrations, le cas échéant.

L'entrepreneur doit prévoir toutes les mesures nécessaires dans le but de prévenir tout dommage pouvant être causé par les pressions d'air et les projections de pierres, comme l'utilisation de pare-éclats, en ajustant le collet ou en ayant recours à toute autre méthode éprouvée. Aucune projection de pierre n'est tolérée à l'extérieur de l'emprise du Ministère. En cas de projection de pierres à l'extérieur de l'emprise du Ministère, l'entrepreneur doit arrêter ses travaux de sautage, réviser les plans de tir pour mieux contrôler les projections de pierres et présenter la méthode révisée au surveillant lors d'une réunion spéciale.



11 | Terrassements

11.4.3.3.6 Horaire des tirs

L'entrepreneur avise le surveillant au moins 24 heures à l'avance de sa planification estimée pour chacun des tirs (lieu, date, heure, type de sautage, nombre de trous, etc.).

11.4.3.3.7 Enregistrement vidéo des sautages et journal des tirs

Tous les sautages sont enregistrés à l'aide d'au moins une caméra positionnée de façon à bien visualiser l'ensemble du sautage. L'entrepreneur remet au surveillant une copie de l'enregistrement vidéo original en format numérique (résolution minimale de 1080p). Tous les enregistrements vidéo numériques doivent être géolocalisés. Les coordonnées géographiques, la date et l'heure doivent être encodées automatiquement dans le fichier original lors de l'enregistrement vidéo. L'entrepreneur remet au surveillant une copie de l'enregistrement vidéo après chaque sautage.

Une copie du journal des tirs est également remise au surveillant immédiatement après chaque sautage. Il doit minimalement contenir l'information suivante :

- nombre, profondeur et diamètres des trous de forage;
- patron de sautage;
- collet;
- sous-forage;
- volume de l'excavation;
- quantité et types d'explosifs utilisés;
- facteur de chargement;
- colonne type de chargement;
- délais.

11.4.3.3.8 Récupération des revêtements et ouvrages existants

La récupération des revêtements en béton recouverts ou non d'un revêtement en enrobé et des ouvrages massifs en béton est faite de façon sélective, et ce, de manière que les matériaux récupérés soient chargés, transportés et mis en réserve en dépôts séparés pour les bétons, les enrobés et les matériaux granulaires. Lorsque requise, la récupération sélective des matériaux granulaires et des revêtements en enrobé est réalisée selon les exigences des déblais de deuxième classe.

L'emplacement et la mise en réserve doivent respecter les exigences de récupération des revêtements et des ouvrages existants des déblais de deuxième classe.

Si des matériaux récupérés ne sont pas utilisés, l'entrepreneur doit les mettre au rebut selon les exigences de l'article portant sur les rebuts.

11.4.3.4 Mode de paiement

Les déblais de première classe sont mesurés dans leur position originale par la méthode de la moyenne des aires ou par une autre méthode indiquée aux plans et devis, jusqu'à la ligne de sous-fondation, et sont payés au mètre cube.

Le prix couvre le forage, y compris celui qui est fait en contrebas de la ligne de sous-fondation, le sautage, la fragmentation, le concassage et le traitement des matériaux afin de respecter l'ordre de priorité de réutilisation, le chargement et le transport, la mise en œuvre dans les remblais, l'écaillage mécanique et manuel, la mise au rebut, si autorisée, ainsi que la mise en réserve, et il inclut toute dépense incidente.

Les frais engagés par l'entrepreneur pour le roc brisé laissé en place comme matériau de sous-fondation, le profilage et le compactage sont inclus dans le prix des déblais de première classe.

Les blocs de roc, fragmentés aux dimensions exigées pour leur utilisation en remblai de pierre et payés comme déblais de première classe, sont mesurés avant fragmentation, comme suit :

$$\text{hauteur} \times \text{largeur} \times \text{longueur} \times 2/3$$

Le facteur 2/3 est appliqué pour tenir compte de la forme irrégulière des blocs.

Tout déblai exécuté en dehors des lignes théoriques, sauf pour les surlargeurs ou les profondeurs additionnelles autorisées, est payé au prix du déblai de deuxième classe lorsqu'il est utilisé en remplacement des matériaux d'emprunt.

La récupération sélective et la fragmentation des revêtements en béton recouverts ou non d'un revêtement en enrobé et des ouvrages massifs en béton sont incluses dans le prix unitaire des déblais de première classe. Le chargement, le transport et la mise en réserve de béton récupéré sont également inclus dans le prix unitaire des déblais de première classe. Le prix unitaire comprend également la préparation de l'emplacement de la mise en réserve de béton récupéré, le nivellement du matériau sous-jacent laissé en place de même que la mise au rebut des matériaux récupérés excédentaires. La récupération sélective des revêtements en enrobé, par planage ou par une autre technique, leur chargement, leur transport et leur mise en réserve sont payés selon le mode de paiement des déblais de deuxième classe.



11 | Terrassements

11.4.4 CONTRÔLE DES VIBRATIONS ET DU TAUX DE MONOXYDE DE CARBONE GÉNÉRÉS PAR LES TRAVAUX À L'EXPLOSIF

11.4.4.1 Mise en œuvre

11.4.4.1.1 Vitesses permises

La vitesse des particules, mesurée dans n'importe laquelle des trois composantes de l'onde (transversale, longitudinale ou verticale), doit respecter les limites définies en fonction de la fréquence et illustrées au graphique de la figure 2.6.2 de l'annexe 2.6 du Code de sécurité pour les travaux de construction (RLRQ, chapitre S-2.1, r. 4), sans dépasser :

- 25 mm/s aux résidences, commerces et autres bâtiments;
- 50 mm/s aux puits d'alimentation en eau;
- 50 mm/s aux éléments en béton existants.

À proximité du béton frais, les limites sont :

- 5 mm/s pendant le bétonnage et pendant une période de 24 heures suivant la fin du bétonnage;
- 25 mm/s pendant une période de 48 heures suivant la fin de la période où la vitesse des particules est limitée à 5 mm/s;
- 50 mm/s par la suite.

11.4.4.1.2 Contrôle et enregistrement des vibrations

Les charges admissibles par délais doivent être déterminées à l'aide d'une formule reconnue. Tous les sautages réalisés à moins de 100 m d'une résidence, d'un commerce, d'un autre bâtiment, d'un ouvrage d'art existant ou en construction (excluant les ponts de moins de 3 m), d'un puits d'alimentation en eau ou du béton frais doivent être enregistrés. Le site d'enregistrement est déterminé de manière à pouvoir vérifier adéquatement l'intensité des vibrations transmises.

La sensibilité du sismographe doit couvrir toute l'étendue des vitesses des particules engendrées par les tirs.

L'entrepreneur doit remettre au surveillant, au moins 3 jours avant le début des sautages, une copie du certificat de calibrage du géophone. Le calibrage est réalisé selon les recommandations du fabricant.

Une copie conforme des enregistrements doit être transmise au surveillant immédiatement après chaque tir.

11.4.4.1.3 Contrôle du taux de monoxyde de carbone dans les bâtiments

Lorsque des bâtiments sont situés dans un rayon de 100 m du lieu des travaux d'excavation à l'explosif, l'entrepreneur doit se conformer aux exigences de la norme BNQ 1809-350 « Travaux de construction – Excavations par sautage – Prévention des intoxications par monoxyde de carbone ».

11.4.4.2 Mode de paiement

Les frais engagés par l'entrepreneur pour le contrôle des vibrations et du taux de monoxyde de carbone sont inclus dans le prix des déblais de première classe.

11.4.5 DÉBLAIS DE DEUXIÈME CLASSE

11.4.5.1 Description des travaux

Les déblais de deuxième classe comprennent tous les déblais qui ne sont pas décrits comme étant des déblais de première classe.

11.4.5.2 Destination des matériaux de déblai de deuxième classe

Tous les matériaux utilisables provenant des déblais de deuxième classe doivent être employés pour la construction des remblais, des accotements, des remblayages spéciaux, l'aménagement paysager, etc.

Les revêtements en enrobé et les matériaux granulaires constituant la chaussée existante, s'ils sont de la qualité requise, peuvent être récupérés pour la fabrication de matériaux recyclés de type MR conformes aux exigences de la couche pour laquelle ces matériaux seront utilisés. Dans ce cas, l'entrepreneur est tenu, si nécessaire, de remplacer les déblais de deuxième classe ainsi utilisés, à ses frais, par un volume équivalent de sol compactable.

Si des matériaux utilisables sont perdus par la faute de l'entrepreneur, il doit les remplacer, à ses frais, par un volume équivalent de matériaux conformes aux exigences des plans et devis.

Si des déblais ne peuvent pas être utilisés, l'entrepreneur doit les mettre au rebut.

11.4.5.3 Mise en œuvre

11.4.5.3.1 Déblais de deuxième classe

Les déblais sont exécutés selon les profils en long et en travers stipulés dans les plans et devis.

Le fond des déblais doit être tenu constamment en bon état de drainage et les talus doivent être régalez pour obtenir une surface unie et régulière. Les pierres faisant saillie sur la surface des talus et susceptibles de s'en détacher doivent être enlevées

11 | Terrassements

et les trous, comblés. Les tolérances en élévation (fond de coupe ou fossés) sont limitées à 30 mm et en largeur (talus extérieurs), à 100 mm.

Si, au fond d'une coupe, le sol contient des blocs de pierre de plus de 200 mm de diamètre à l'intérieur de la zone comprise entre les pentes de 1V:1H tracées à partir de l'extérieur des accotements, au niveau du revêtement, le surveillant peut exiger que tous les blocs de 200 mm et plus soient enlevés par scarification sur une profondeur de 300 mm.

Si le surveillant constate que, pour continuer les remblais, il manque de matériaux provenant des déblais, il peut donner à ceux-ci une surlargeur limitée par l'emprise.

11.4.5.3.2 Sols organiques

a) Destination des sols organiques

La couche de sols organiques doit être enlevée partout où la surface du terrain naturel est à 1,0 m ou moins de la ligne de l'infrastructure et à l'intérieur de la zone comprise entre les pentes de 1V:1H tracées à partir de l'extérieur des accotements, au niveau du revêtement, sauf indication contraire aux plans et devis. Ce déblaiement, même s'il doit être fait séparément, fait partie des déblais de deuxième classe.

Le décapage doit être fait de manière à éviter de contaminer la terre végétale utilisable pour les travaux d'aménagement paysager par des matériaux sous-jacents de composition différente. Ainsi, la profondeur du déblaiement varie selon la nature du terrain.

L'entrepreneur doit, à ses frais, récupérer et mettre en réserve toute la terre végétale nécessaire à ses travaux et se procurer les emplacements nécessaires pour la mettre en réserve.

Lors de la mise en réserve, l'entrepreneur doit respecter les règles suivantes :

- la circulation des véhicules sur les dépôts est interdite;
- la hauteur des dépôts ne doit pas excéder 3 m.

Si des matériaux utilisables pour les travaux d'aménagement paysager sont perdus par la faute de l'entrepreneur, il doit les remplacer, à ses frais, par un volume équivalent de matériaux utilisables.

Si des sols organiques ne peuvent pas être utilisés pour des travaux d'aménagement paysager, l'entrepreneur doit les mettre au rebut.

b) Assurance de la qualité – Attestation de conformité

Toute terre végétale récupérée ou livrée doit répondre aux exigences d'assurance de la qualité indiquées à la section « Aménagement paysager ».

11.4.5.3.3 Récupération des revêtements et ouvrages existants

La récupération des revêtements en enrobé et des matériaux granulaires est faite de façon sélective, et ce, de manière à ce que les matériaux récupérés soient chargés, transportés et mis en réserve en dépôts séparés pour les bétons, les enrobés et les matériaux granulaires. Cependant, avec l'accord du surveillant, la mise en réserve en dépôts séparés des revêtements en enrobé et des matériaux granulaires n'est pas obligatoire lorsque les matériaux recyclés sont produits lors de travaux de retraitement en place de la chaussée réalisés dans le cadre d'un même contrat.

L'emplacement choisi par l'entrepreneur pour la mise en réserve des matériaux récupérés doit être préalablement nivelé, drainé et débarrassé des détritiques ou des matières organiques. Chacun des dépôts doit être situé de façon à ce qu'il ne nuise aucunement aux travaux présents et futurs, et doit être monté de manière à occuper le moins d'espace possible en déversant le contenu des camions tas contre tas. Chacune de ces piles peut être rehaussée au moyen d'une chargeuse, avec la précision que, dans le cas des dépôts d'enrobé récupéré, la hauteur maximale de chaque pile est de 3 m.

Si des matériaux récupérés ne sont pas utilisés, l'entrepreneur doit les mettre au rebut selon les exigences de l'article portant sur les rebuts.

11.4.5.4 Mode de paiement

Les déblais de deuxième classe sont payés au mètre cube. Le volume est établi au préalable par la méthode de la moyenne des aires ou par une autre méthode indiquée aux plans et devis, en prenant comme base le terrain naturel et les lignes théoriques des terrassements. La position originale du terrain naturel est déterminée avant l'enlèvement des souches, et le volume de celles-ci n'est pas mesuré.

Le prix des déblais de deuxième classe couvre, notamment, le chargement, le transport, le tri et la mise en réserve des matériaux de fermeture du sommet des remblais de sol requis, la mise en œuvre dans les remblais, le compactage du sol naturel et du fond de coupe, l'enlèvement des souches ainsi que la mise au rebut, si autorisée, ou la mise en réserve des matériaux, et il inclut toute dépense incidente.

Aucun déblai n'est payé à l'extérieur des lignes établies aux plans et devis. Toutefois, localement en présence de déblais de première classe, ou si le Ministère décide de donner une surlargeur ou une profondeur additionnelle aux déblais, les quantités

11 | Terrassements

sont établies à partir de mesures prises sur les lieux et payées comme des déblais de première classe ou de deuxième classe, selon le cas.

L'épierrage par scarification est payé au prix des déblais de deuxième classe pour le volume théorique de matériaux scarifiés. Le prix couvre notamment la mise au rebut ou en réserve des blocs libérés par scarification, et il inclut toute dépense incidente.

La récupération par retraitement en place et la récupération sélective des revêtements en enrobé par scarification, par planage ou par une autre technique sont incluses dans le prix unitaire des déblais de deuxième classe. La récupération des matériaux granulaires, s'il y a lieu, est également incluse dans le prix unitaire des déblais de deuxième classe. Le chargement, le transport, la mise en réserve d'enrobé récupéré et, s'il y a lieu, des matériaux granulaires sont également inclus dans le prix unitaire des déblais de deuxième classe. Ce prix unitaire comprend également la préparation de l'emplacement de la mise en réserve d'enrobé récupéré et des matériaux granulaires, le nivellement du matériau sous-jacent laissé en place de même que la mise au rebut des matériaux récupérés excédentaires.

11.4.6 EXCAVATION SANS TRANCHÉE

11.4.6.1 Mise en œuvre

La technique d'excavation sans tranchée mise en œuvre doit être appropriée aux conditions du sol rencontrées dans l'emprise.

Sont interdites :

- l'utilisation des techniques de fonçage par poinçonnement (à la torpille);
- l'utilisation de forage par jet hydraulique;
- l'utilisation de la technique de forage dirigé pour l'installation de ponceau.

11.4.6.1.1 Profondeurs d'installation

Les profondeurs d'installation doivent respecter les exigences en matière de techniques sans tranchées présentées aux normes du *Tome IV – Abords de route* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

11.4.6.1.2 Parois d'excavation

La paroi au front d'avancement doit être stable pendant toute la durée des travaux. Si les conditions du sol en place ne peuvent assurer naturellement cette stabilité, celle-ci doit être assurée par l'utilisation de méthodes et de matériel appropriés.

Lors de l'utilisation de techniques nécessitant l'aménagement de puits d'entrée et de sortie, les parois d'excavation de ces puits doivent être stables en tout temps.

11.4.6.1.3 Forage ou fonçage horizontal

Les techniques telles que le fonçage horizontal par percussion, le forage horizontal à la tarière, le forage horizontal par alésage (roc), le forage horizontal au marteau de fond de trou, le forage par tunnelier et le forage dirigé doivent être mises en œuvre en conformité avec les exigences et les limitations prescrites par le fournisseur du matériel utilisé.

L'espace annulaire vide situé autour de la conduite doit être comblé à l'aide d'un coulis ou d'un mortier cimentaire sans retrait, dans le cas d'une conduite insérée dans une gaine.

11.4.6.1.4 Forage dirigé

La mise en œuvre d'un forage dirigé doit être faite en conformité avec les exigences et les limitations prescrites par le fournisseur du matériel utilisé.

De plus, lors de l'utilisation du forage dirigé, la foreuse doit être placée à la surface du terrain. Il est strictement interdit de placer la foreuse au fond d'une excavation, notamment pour forer à l'horizontale.

Ainsi, la trajectoire doit être curviligne, c'est-à-dire de surface à surface. L'angle d'entrée doit se situer entre 8 et 20° par rapport à l'horizontale.

La pression d'injection, la bentonite et les additifs présents dans la boue de forage doivent être adaptés aux conditions de sol de manière à favoriser la stabilité de la paroi annulaire du trou de forage. Il est interdit d'utiliser uniquement de l'eau pour forer.

La pression d'injection doit être contrôlée de manière à éviter un soulèvement de l'infrastructure et la résurgence de boue de forage en surface du terrain.

Lors de l'installation d'équipements souterrains non métalliques, un fil conducteur de calibre adéquat doit être inséré dans le trou de forage afin de pouvoir détecter ultérieurement la présence de ces équipements.

11.4.6.1.5 Forage ou fonçage abandonné

Le vide laissé par un trou de forage ou de fonçage abandonné doit impérativement être comblé dans les plus brefs délais à l'aide d'un coulis ou d'un mortier cimentaire sans retrait.

11 | Terrassements

11.4.6.1.6 Destination des matériaux de déblai

Les déblais issus d'une excavation sans tranchée peuvent être réutilisés ou mis au rebut. La réutilisation des matériaux doit se faire en suivant les exigences applicables à la classe des déblais concernés (1^{re} ou 2^e classe).

11.4.6.1.7 Gaine

La gaine utilisée lors de travaux d'excavation sans tranchée doit répondre aux exigences de l'article «Gaine» de la section «Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques».

11.4.6.2 Surveillance et instrumentation

Un plan de suivi de la mise en œuvre doit être mis en place lors du début des travaux afin de détecter toute apparition d'anomalie dans le profil de l'infrastructure routière.

Ce plan doit être soumis au Ministère pour approbation au moins 7 jours avant le début des travaux.

En fonction de la vulnérabilité des éléments en surface du terrain, le plan de surveillance peut inclure de l'instrumentation.

Advenant la détection d'une déformation en surface du terrain ou d'un signe apparent d'une surexcavation incontrôlée, le plan de mesures d'urgence doit être enclenché.

11.4.6.3 Plan de gestion des risques et plan de mesures d'urgence

Lorsque les travaux d'excavation sans tranchée pour l'installation de canalisations ou de conduites se trouvent dans l'emprise d'une infrastructure, telle :

- une autoroute;
- un échangeur;
- une route nationale à plus de 2 voies;
- le réseau stratégique en soutien au commerce extérieur (RSSCE);
- tout autre élément particulièrement sensible (ex. voie ferrée);

l'entrepreneur doit, au moins 7 jours avant le début des travaux :

- a) fournir la méthode de travail détaillée décrivant les étapes de réalisation des travaux ainsi que les équipements utilisés;
- b) fournir une analyse des éventuels problèmes inhérents à la méthode de travail, à la technique sans tranchée utilisée et aux conditions géotechniques du site (ex. surexcavation, fracturation hydraulique, écoulement des

sols, coinçage, refus d'avancement, etc.), et identifier les dangers pour l'infrastructure routière (ex. affaissement, soulèvement, cavité, déversement de boue, etc.);

- c) fournir un plan de gestion des risques comprenant notamment :

- ♦ les moyens de contrôle des problèmes identifiés,
- ♦ les mesures d'atténuation des risques pour l'usager,
- ♦ un plan de suivi de la mise en œuvre,
- ♦ un plan d'instrumentation, au besoin;

- d) fournir un plan de mesures d'urgence comprenant notamment :

- ♦ les interventions d'urgence immédiates,
- ♦ une liste des intervenants impliqués et personnes-ressources,
- ♦ un plan de communication en situation d'urgence,
- ♦ un plan de signalisation,
- ♦ une stratégie de déviation de la circulation.

11.4.6.4 Mode de paiement

La gaine installée par excavation sans tranchée est payée selon le mode de paiement de l'article «Gaine» de la section «Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques».

11.4.7 TRANSITION

11.4.7.1 Matériaux

Le matériau de remplissage doit être conforme aux exigences des matériaux de sous-fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée», avec la précision que les exigences sur la granulométrie en réserve des matériaux traités ne s'appliquent pas.

11.4.7.2 Assurance de la qualité – Attestation de conformité

Pour chaque source de matériaux bruts à la source, de matériaux provenant de déblais, d'emprunts ou de matériaux recyclés, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité répondant aux mêmes exigences que celle des matériaux de sous-fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée». Toutefois, les résultats des caractéristiques intrinsèques et complémentaires des matériaux recyclés ne sont pas requis à l'attestation de conformité.

Dans le cas de l'utilisation d'un géotextile, ce dernier doit répondre aux exigences d'assurance de la qualité des géotextiles de la section «Fondations de chaussée».

11 | Terrassements

11.4.7.3 Mise en œuvre

Au point de rencontre de matériaux de gélivité différente (sol-sol ou sol-roc), de même qu'à l'approche d'un ouvrage d'art ou d'une conduite, l'entrepreneur doit réaliser des transitions.

La mise en œuvre des matériaux de transition est réalisée selon les exigences de mise en œuvre des matériaux de sous-fondation de chaussée de la section « Fondations de chaussée ».

De plus, le fond de l'excavation sur lequel sont mis en place les matériaux recyclés doit être situé au-dessus de l'élévation maximale des eaux souterraines.

11.4.7.4 Mode de paiement

Le déblai de transition est payé au prix des déblais de première classe ou de deuxième classe, selon le cas. Les matériaux de remplissage sont mesurés et payés selon leur mode de paiement respectif.

11.4.8 REBUTS

Les rebuts sont des matériaux excédentaires ou inutilisables pour la construction de routes. Ils comprennent :

- les matériaux naturels;
- les matériaux de démolition;
- les matières dangereuses;
- les sols contaminés.

Le surplus de béton et les eaux ayant servi au nettoyage de l'équipement, notamment des bétonnières et des camions-pompe à béton, doivent être mis au rebut dans une aire prévue à cette fin et de manière à éviter toute contamination du milieu. Il en est de même pour les eaux et les débris générés par la démolition de béton avec la méthode d'hydrodémolition.

Les eaux de lavage ainsi que les eaux générées par de l'hydrodémolition doivent être récupérées pour être envoyées dans un site autorisé (par exemple : usine de béton ou lieu de traitement d'eaux usées) ou gérées sur le site des travaux conformément aux critères recommandés du MELCCFP.

Notamment, les critères suivants doivent être respectés :

- l'entreposage des eaux doit se faire dans un bassin étanche de dimension suffisante pour éviter tout débordement;

- les eaux entreposées doivent être analysées par un laboratoire accrédité et respecter les recommandations du MELCCFP pour permettre un rejet à l'environnement, soit :

- ♦ l'analyse doit être réalisée par un échantillonnage de type instantané,
- ♦ l'échantillon doit avoir une concentration limite de 50 mg/l de matières en suspension et un pH entre 6,0 et 9,5;

- si l'évaporation naturelle des eaux est possible, le contenu solide qui en résulte doit être géré comme un rebut;
- pour un rejet dans un système d'égout, la réglementation municipale applicable doit être respectée.

11.4.8.1 Matériaux naturels

Les matériaux naturels comprennent notamment l'argile, le silt, le sable, le gravier, le roc et le sol organique.

11.4.8.1.1 Mise en œuvre

L'entrepreneur doit placer les rebuts en dehors de l'emprise de la route. Il doit les amonceler selon des pentes stables et régulières et de manière à ce que les amoncellements soient invisibles de la route ou de tout autre chemin public. Pour ce faire, l'entrepreneur doit acquérir les terrains nécessaires ou obtenir l'autorisation des propriétaires.

11.4.8.1.2 Mode de paiement

La mise au rebut des matériaux naturels ne fait l'objet d'aucun article au bordereau. Tous les frais engagés pour la réalisation de cet ouvrage, y compris notamment les coûts d'acquisition de terrains, les éventuels paiements aux propriétaires ainsi que les frais de mise en œuvre, sont inclus dans le prix des déblais.

11.4.8.2 Matériaux de démolition

Les rebuts de démolition sont des matériaux provenant de la démolition d'ouvrages existants (bois, acier, matières granulaires résiduelles au sens du Règlement concernant la valorisation de matières résiduelles (RVMR) telles que la pierre concassée, l'enrobé et le béton, etc.).

11.4.8.2.1 Mise en œuvre

La mise au rebut des matériaux de démolition doit être exécutée conformément à la Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ, chapitre Q-2) et aux règlements correspondants.



11 | Terrassements

11.4.8.2.2 Mode de paiement

La mise au rebut des matériaux de démolition ne fait l'objet d'aucun article au bordereau. Tous les frais engagés pour la réalisation de cet ouvrage, notamment les coûts de mise en œuvre, sont inclus dans le prix des déblais.

11.4.8.3 Matières dangereuses

Les matières dangereuses comprennent notamment les déchets chimiques, les hydrocarbures, les peintures, comme l'indique le Règlement sur les matières dangereuses (RLRQ, chapitre Q-2, r. 32).

11.4.8.3.1 Mise en œuvre

La mise au rebut doit être exécutée conformément au Règlement sur les matières dangereuses et à la Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ, chapitre Q-2).

11.4.8.3.2 Mode de paiement

La mise au rebut des matières dangereuses est payée au kilogramme, au litre ou au mètre cube, selon la nature de la matière dangereuse à éliminer. Le prix couvre notamment les exigences des lois, règlements ou décrets en vigueur, et il inclut toute dépense incidente.

11.4.8.4 Sols contaminés

11.4.8.4.1 Mise en œuvre

Les sols contaminés doivent être gérés conformément au *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*, à la Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ, chapitre Q-2) et aux règlements qui en découlent, notamment le Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (RLRQ, chapitre Q-2, r. 37), le Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés (RLRQ, chapitre Q-2, r. 46) et le Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RLRQ, chapitre Q-2, r. 18).

11.4.8.4.2 Mode de paiement

La mise au rebut des sols contaminés est payée à la tonne ou au mètre cube, selon les types de sols ainsi que la nature et la concentration des contaminants qu'ils contiennent. Le prix couvre notamment les exigences des lois, règlements ou décrets en vigueur, et il inclut toute dépense incidente.

11.4.9 RENATURALISATION D'UNE CHAUSSÉE ABANDONNÉE

11.4.9.1 Mise en œuvre

Dans la partie abandonnée de la chaussée existante, l'entrepreneur doit fragmenter, scarifier, enlever le revêtement existant et décompresser la fondation sous-jacente sur une épaisseur de 450 mm. Il doit aussi niveler, arrondir les angles, aplanir les surfaces avec des pentes maximales de 1V:3H, assurer le drainage de manière à favoriser la reprise de la végétation, enlever les ponceaux et les tuyaux d'entrée, effacer les traces de l'ancienne chaussée et préparer le sol selon les exigences concernant l'aménagement paysager, le rendant ainsi apte à la mise en place de terre végétale pour les travaux d'engazonnement et de plantation ou pour la remise en culture.

11.4.9.2 Mode de paiement

La renaturation d'une chaussée abandonnée est payée au mètre carré. Le prix couvre notamment la mise en œuvre et il inclut toute dépense incidente.

11.4.10 TRAITS DE SCIE

11.4.10.1 Mise en œuvre

Avant de procéder aux déblais et aux excavations, l'entrepreneur doit découper à la scie, de façon rectiligne, le revêtement existant sur toute son épaisseur.

L'entrepreneur demeure responsable de la qualité des traits de scie, tout au long des travaux. Dans le cas où un trait de scie est abîmé par la circulation ou le matériel, il doit être refait aux frais de l'entrepreneur.

11.4.10.2 Mode de paiement

Les traits de scie sont payés au mètre sans prendre en compte l'épaisseur du ou des revêtements traversés. Le prix couvre notamment la main-d'œuvre ainsi que le matériel approprié, et il inclut toute dépense incidente.

11.5 FOSSÉS DE DÉCHARGE, NETTOYAGE ET IMPERMÉABILISATION DE FOSSÉS

11.5.1 FOSSÉS DE DÉCHARGE

La mise en œuvre de fossés de décharge couvre notamment tous les travaux de creusage, de dérivation et d'amélioration de cours d'eau ou de fossés, exécutés en dehors des fossés latéraux d'une chaussée.



11 | Terrassements

Les travaux à exécuter consistent à creuser un fossé de décharge. Ces travaux doivent satisfaire aux exigences concernant les déblais.

11.5.1.1 Mise en œuvre

La pente longitudinale de ces fossés et la largeur au fond sont celles exigées aux plans et devis. La pente des talus doit être de 1V:2H pour les excavations dans les sols et de 2,5V:1H pour celles dans le roc.

Les matériaux d'excavation sont déposés sur les berges du fossé et épandus de façon à occuper le moins de surface possible et à ne pas obstruer les rigoles ou les fossés transversaux. Lorsque cela est exigé aux plans et devis, ces matériaux doivent être transportés pour être utilisés dans la construction des remblais ou d'autres travaux, ou pour être mis au rebut.

11.5.1.2 Mode de paiement

Le creusage des fossés de décharge est payé au mètre cube de déblai de première classe ou de déblai de deuxième classe, selon le cas. Le volume est établi au préalable par la méthode de la moyenne des aires ou par une autre méthode indiquée aux plans et devis en séparant les matériaux transportés de ceux épandus sur place.

Il peut donc y avoir, au bordereau, les 4 ouvrages suivants :

- fossés de décharge, déblais de première classe épandus sur place;
- fossés de décharge, déblais de deuxième classe épandus sur place;
- fossés de décharge, déblais de première classe transportés;
- fossés de décharge, déblais de deuxième classe transportés.

Dans chaque cas, le prix couvre tous les travaux requis pour le creusage de fossés de décharge et il inclut toute dépense incidente.

11.5.2 NETTOYAGE DE FOSSÉS

11.5.2.1 Mise en œuvre

Aux endroits indiqués aux plans et devis ou par le surveillant, l'entrepreneur doit faire le nettoyage de fossés existants, latéraux ou de décharge. Ces travaux doivent être exécutés selon la méthode du tiers inférieur décrite dans la norme 3101 « Nettoyage et creusage des fossés latéraux et de décharges » du *Tome VI – Entretien* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère. L'entrepreneur doit mettre au rebut les matériaux inutilisables.

11.5.2.2 Mode de paiement

Le nettoyage des fossés est payé au mètre de fossé existant, nettoyé et accepté. Le prix couvre l'exécution de tous les travaux indiqués précédemment et il inclut toute dépense incidente.

11.5.3 IMPERMÉABILISATION DE FOSSÉS

11.5.3.1 Matériaux

La géomembrane et le géocomposite bentonitique doivent être conformes à la norme 13201 du Ministère.

11.5.3.2 Assurance de la qualité

11.5.3.2.1 Attestation de conformité

Pour chaque livraison de géomembrane et de géocomposite bentonitique, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante :

- le nom du fabricant;
- le type de géomembrane;
- la désignation commerciale;
- le numéro du lot de production;
- les numéros d'identification des rouleaux;
- l'épaisseur de la géomembrane en polyéthylène (PE) ou bitumineuse;
- les résultats des essais suivants :
 - ♦ la résistance à la tension,
 - ♦ la résistance au poinçonnement,
 - ♦ les propriétés hydrauliques,
 - ♦ la résistance aux hydrocarbures, dans le cas des géomembranes en polyéthylène ou bitumineuses (lorsque cela est exigé aux plans et devis),
 - ♦ la teneur en noir de carbone, dans le cas des géomembranes en polyéthylène (PE),
 - ♦ la quantité minimale et la nature de la bentonite, dans le cas des géocomposites bentonitiques.

Un lot de production est constitué d'un ou de plusieurs rouleaux de géomembrane ou de géocomposite bentonitique présentant les mêmes caractéristiques et fabriqués en continu avec la même machine. De plus, la superficie maximale d'un lot est limitée à 10 000 m².

Le numéro de lot de production doit être facilement repérable sur le bon de livraison et sur le rouleau.

11 | Terrassements

11.5.3.2.2 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en une pièce de 1 m de longueur sur toute la largeur d'un rouleau par lot de production.

11.5.3.3 Mise en œuvre

11.5.3.3.1 Préparation de la surface

La surface à recouvrir doit être nettoyée, débarrassée des matériaux organiques et étrangers et régagée aux profils requis. Toute aspérité ou dépression supérieure à 100 mm/m² doit être éliminée.

En présence d'une surface rocheuse ou susceptible d'endommager les géomembranes et les géocomposites bentonitiques, le Ministère peut exiger la pose d'une couche d'emprunt d'une épaisseur de 150 mm avant la pose du matériau.

11.5.3.3.2 Mise en place

La mise en place, la fixation et l'assemblage des nappes doivent être réalisés conformément aux plans et devis ou au mode d'emploi fourni par le fabricant.

La géomembrane ou le géocomposite bentonitique sont étendus lâchement sur la surface à recouvrir de sorte qu'ils épousent le relief sans pour autant être repliés sur eux-mêmes. Le chevauchement de deux nappes adjacentes doit être au minimum de 300 mm.

Toutes les mesures doivent être prises pour protéger le matériau des intempéries et pour en empêcher le poinçonnement; aucun matériel ne doit circuler dessus.

11.5.3.4 Mode de paiement

La géomembrane ou le géocomposite est mesuré au mètre carré selon la surface réelle recouverte, sans addition pour les chevauchements. Le prix couvre notamment la fourniture, l'entreposage, la manutention, le transport, la pose, l'assemblage des nappes, la mise en œuvre, le nettoyage ainsi que le régamage, et il inclut toute dépense incidente.

Le matériau d'emprunt, s'il est nécessaire, est payé selon le mode de paiement prévu pour les emprunts.

11.6 REMBLAIS

Les remblais sont construits sous les chaussées. Les travaux de fermeture de remblai sont inclus dans les remblais.

11.6.1 MATÉRIAUX

Les remblais sont construits avec les matériaux provenant des déblais de première classe ou de deuxième classe, des excavations pour ouvrages d'art ou des matériaux d'emprunt.

Une partie des matériaux moins gélifs (déblais de première classe et sols contenant 30,0 % ou moins de particules fines) doit être réservée pour la fermeture du remblai. Le matériau de fermeture du remblai doit être homogène pour ne pas causer de comportements différentiels.

11.6.1.1 Remblais de sol

Tous les sols compactables peuvent être utilisés, sauf les sols organiques, les sols contenant des masses gelées et les sols contaminés non conformes aux exigences environnementales.

La réutilisation de sols contaminés doit être effectuée conformément aux *Lignes directrices pour la valorisation des sols contaminés* du MELCCFP, à la Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ, chapitre Q-2) et aux règlements correspondants.

La teneur en matière organique maximale permise dans les sols et les matériaux de remblai est de 3,0 %, déterminée selon la méthode d'essai LC 31-228 du Ministère.

11.6.1.2 Remblayage dans l'eau

Le remblayage dans l'eau doit être exécuté avec un matériau granulaire pour sous-fondation conforme à la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », « Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement », ou avec des matériaux de déblai de première classe qui répondent aux exigences des remblais de pierre.

11.6.1.3 Traitement à la chaux

La chaux utilisée doit être conforme aux exigences de l'article pour les matériaux de stabilisation de l'infrastructure à la chaux.

11.6.1.4 Remblais de pierre

Les remblais de pierre sont construits avec les matériaux provenant des déblais de première classe.

11.6.1.5 Remblais comportant des matières granulaires résiduelles

Les matériaux recyclés de type MR ou BA peuvent être utilisés pour la construction des remblais en tant que matières granulaires résiduelles. Les matériaux recyclés doivent être conformes aux exigences de la norme BNQ 2560-600 « Granulats – Matériaux recyclés fabriqués à partir



11 | Terrassements

de béton, d'enrobés bitumineux et de briques – Classification et caractéristiques», en excluant les exigences de l'article «Granularité» et de l'article «Caractéristiques intrinsèques et de fabrication».

Les pierres, les granulats, l'enrobé et les bétons récupérés de l'infrastructure existante peuvent être recyclés pour la construction d'une partie ou de la totalité d'un remblai en tant que matières granulaires résiduelles. L'enrobé et les bétons récupérés doivent être fragmentés en morceaux d'au plus 300 mm. Les fragments d'enrobé doivent être incorporés et mélangés aux autres matériaux composant le remblai de façon homogène et afin de ne pas laisser de vide.

Chaque matière granulaire résiduelle utilisée doit être conforme aux exigences du Règlement concernant la valorisation de matières résiduelles (RVMR) (RLRQ, chapitre Q-2, r. 49).

11.6.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

11.6.2.1 Attestation de conformité

11.6.2.1.1 Remblayage dans l'eau

Dans le cas d'un matériau granulaire utilisé pour le remblayage dans l'eau, pour chaque source de matériaux granulaires et au moins 7 jours avant la première livraison, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité répondant aux exigences de l'attestation de conformité des matériaux de sous-fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée».

11.6.2.1.2 Traitement à la chaux

Pour chaque livraison de chaux, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité répondant aux exigences de l'assurance de la qualité prévue pour les matériaux de stabilisation de l'infrastructure à la chaux.

11.6.2.1.3 Remblais comportant des matières granulaires résiduelles

L'attestation de la catégorie du RVMR et le registre de la provenance des matières granulaires résiduelles doivent être remis au surveillant selon les exigences environnementales des matières granulaires résiduelles de sous-fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée». L'attestation de la catégorie du RVMR des matières granulaires résiduelles doit être fournie au surveillant au moins 7 jours avant la première livraison.

11.6.3 MISE EN ŒUVRE

Avant la construction des remblais, les dépressions et les cavités naturelles ou causées par l'enlèvement d'un obstacle doivent être

comblées jusqu'au niveau du sol environnant, avec des matériaux de même nature. La surface du sol doit être libre de neige, de glace, de boue et de matériaux gelés.

Chaque couche de matériaux mise en place doit respecter le critère de rétention des particules par rapport aux matériaux adjacents, conformément aux exigences de la norme 2104 du Ministère.

Chacune des couches de remblai doit être compactée selon les exigences de compactage des matériaux. Les matériaux doivent être déversés sur la plate-forme du remblai et poussés en avant par des buteurs. Il est interdit de décharger les matériaux sur les bords d'un remblai et de les laisser dévaler la pente.

La mise en œuvre de la fermeture des remblais doit être réalisée sur une épaisseur minimale de 600 mm.

11.6.3.1 Remblais de sol

Tous les matériaux constituant les remblais de sol doivent être déposés et épandus par couches uniformes d'une épaisseur maximale de 300 mm après tassement sur la pleine largeur requise par la pente théorique des talus. Le diamètre des cailloux ne doit pas excéder l'épaisseur de la couche après tassement. Les blocs de dimension supérieure à 300 mm doivent être poussés sur le côté du remblai à l'extérieur de la zone comprise entre les pentes de 1V:1H tracées à partir de l'extérieur des accotements, au niveau du revêtement.

Les matériaux classifiés SP selon la norme 1101 du Ministère et ayant un coefficient d'uniformité (C_u) inférieur à 6 peuvent être placés par couches uniformes de 600 mm d'épaisseur après tassement.

11.6.3.2 Remblayage dans l'eau

Le remblayage dans l'eau doit être exécuté en une seule couche jusqu'à 600 mm au-dessus du niveau de l'eau.

11.6.3.3 Traitement à la chaux

Avant que commencent les travaux de stabilisation, l'entrepreneur doit faire inspecter et approuver par le surveillant tout le matériel (triturateur, herses, appareil de dosage, etc.) qu'il entend utiliser. Une planche d'essai, lorsque cela est spécifié aux plans et devis, est réalisée au début des travaux.

Le mélange chaux-sol argileux doit être exécuté à une température supérieure à 4°C, en l'absence de pluie et de vent ayant une vitesse supérieure à 30 km/h.

Les travaux de traitement des sols argileux à la chaux doivent être exécutés entre le 15 mai et le 15 octobre. La date limite du 15 octobre peut

11 | Terrassements

être reportée au 15 novembre, à condition que la couche traitée à la chaux soit recouverte d'au moins 300 mm de matériaux compactables afin de la protéger contre le gel durant son premier mois de mûrissement.

Le dosage et le malaxage d'un sol argileux avec la chaux doivent être effectués selon les étapes suivantes :

- préparation de la surface à traiter par scarification et pulvérisation du sol argileux au moyen d'une herse à disque ou d'un tritrateur (pulvimélangeur) sur une épaisseur de 150 mm par couche de remblai de 300 mm d'épaisseur selon les exigences des articles sur les remblais de sol et sur l'égouttement des remblais;
- application de la chaux en une ou plusieurs opérations, selon le taux d'application requis;
- malaxage de la chaux avec le sol argileux à l'aide d'un tritrateur pour que tous les agglomérats passent le tamis de 50 mm;
- mûrissement pendant une période variant de 1 heure à 24 heures, selon la nature du sol argileux et l'assèchement requis. Si le traitement du sol doit se faire en plusieurs couches, la pose d'une couche additionnelle ne peut se faire qu'après compactage complet de la couche précédente, et ces travaux ne doivent pas endommager la surface déjà densifiée;
- profilage de la couche traitée et compactage sur le site du remblai selon les exigences de l'article sur le compactage des matériaux.

11.6.3.4 Remblais de pierre

Les blocs ne doivent pas dépasser 1 m dans leur plus grande dimension. Les matériaux doivent être déposés et épandus par couches uniformes d'une épaisseur maximale de 1,5 m sur la pleine largeur requise par la pente théorique des talus, sauf pour les 3 derniers mètres sous la ligne de sous-fondation où l'épaisseur maximale des couches doit être de 1 m. Dans les rocs schisteux, l'épaisseur des couches doit être limitée à 450 mm.

La fermeture du remblai de pierre doit contenir suffisamment de cailloux et de gravier pour former une couche dense et fermée empêchant toute infiltration de matériaux dans les interstices, et ce, même sous l'effet des vibrations causées par le passage d'un rouleau vibrant ou d'un boteur à chenilles.

La dernière couche de 300 mm d'un remblai de pierre doit être composée de matériaux à granularité étalée dont les éléments ont une dimension maximale de 150 mm. Ces matériaux doivent

satisfaire aux exigences des caractéristiques intrinsèques et complémentaires des matériaux de sous-fondation de chaussée de la section « Fondations de chaussée ».

Le front d'avancement doit être concave et les bords du remblai doivent être situés à distance suffisante en avant du centre.

Sous un remblai de pierre, les faces d'un ouvrage d'art doivent être protégées par un coussin de 1 m d'épaisseur composé de matériaux granulaires répondant aux exigences des matériaux et de l'assurance de la qualité des fondations de la section « Ouvrages d'art » et densifiés par couches de 300 mm d'épaisseur.

Dans le cas du remplissage d'une tranchée avec un matériau de première classe, les cailloux ne doivent pas dépasser 300 mm dans leur plus grande dimension.

11.6.3.5 Remblais comportant des matières granulaires résiduelles

Les remblais de matériaux recyclés dont la proportion de béton et de briques d'argile est égale ou supérieure à 50 % sont exécutés selon les exigences stipulées pour les remblais de pierre. Les bords des remblais composés de fragments de béton doivent être complètement recouverts d'une couche d'au moins 300 mm de sol compactable.

Les remblais comportant des fragments d'enrobé, les remblais composés de matériaux recyclés dont la proportion de béton et de briques d'argile est inférieure à 50 % et les remblais composés d'un mélange de pierres et de granulats récupérés sont exécutés selon les exigences stipulées pour les remblais de sol.

L'épaisseur totale d'un remblai dont la proportion d'enrobé est supérieure à 50 % doit être inférieure à 1 m.

11.6.3.6 Élargissement de remblais et de chaussées

Les travaux d'élargissement de remblais et de chaussées existants doivent être exécutés en gradins selon les exigences du *Tome II – Construction routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère. Ces travaux font partie de la mise en œuvre des remblais.

11.6.3.7 Égouttement des remblais

Durant la construction des remblais, la surface de chacune des couches doit être parfaitement égouttée en tout temps et libérée de glace, de neige et de matériaux gelés avant la pose d'une

11 | Terrassements

nouvelle couche. Les surfaces doivent avoir une pente transversale minimale de 2 % vers les drains ou les fossés. Dans les courbes, la pente est celle du dévers.

11.6.4 MODE DE PAIEMENT

11.6.4.1 Remblais

Les remblais, y compris la fermeture des remblais, ne font l'objet d'aucun article au bordereau. Tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage, y compris notamment le coût de la mise en œuvre, sont inclus dans le prix des déblais et des emprunts.

La fourniture et la mise en œuvre de l'avant-dernière couche et de la dernière couche d'un remblai de pierre (900 derniers millimètres d'un remblai de pierre) ne font l'objet d'aucun article au bordereau et sont incluses dans le prix des déblais et des emprunts.

11.6.4.2 Traitement à la chaux

Le traitement à la chaux est payé au mètre cube de sol mis en œuvre à la suite de ce traitement, pour les travaux réalisés selon les stipulations des plans et devis ou les instructions du surveillant. Le prix couvre notamment le transport et la préparation des couches de remblai à traiter, l'application de la chaux, le malaxage, le mûrissement, le profilage, le compactage, la main-d'œuvre ainsi que le matériel, et il inclut toute dépense incidente ou excédentaire à celles couvertes par le mode de paiement des déblais de deuxième classe.

La chaux utilisée pour le traitement des matériaux de remblai est payée à la tonne. Le prix couvre notamment la fourniture, le transport ainsi que le stockage, et il inclut toute dépense incidente. Si la chaux est fournie par le Ministère, le prix couvre le transport à partir du lieu indiqué aux plans et devis ainsi que le stockage, et il inclut toute dépense incidente.

11.7 INFRASTRUCTURE AMÉLIORÉE

Les 300 derniers millimètres sous la ligne d'infrastructure sont composés de matériaux d'infrastructure améliorée, autant en déblai qu'en remblai.

Lorsque la fermeture du remblai est constituée de remblais de pierre, l'infrastructure améliorée est incluse dans les remblais. Dans ce cas, les exigences des remblais de pierre s'appliquent, y compris le mode de paiement des remblais.

11.7.1 MATÉRIAUX

L'infrastructure améliorée est composée de matériaux compactables issus des déblais (première ou deuxième classe), des excavations pour ouvrages d'art, d'emprunts ou de matériaux recyclés de types MR-1 à MR-5 conformes aux exigences de la norme BNQ 2560-600 « Granulats – Matériaux recyclés fabriqués à partir de béton, d'enrobés bitumineux et de briques – Classification et caractéristiques ». Chaque matière granulaire résiduelle utilisée doit être conforme aux exigences du RVMR.

Les matériaux compactables issus des déblais, des excavations ou d'emprunts doivent avoir une teneur maximale en matière organique de 3,0 %, déterminée à partir de la méthode d'essai LC 31-228 du Ministère.

Les matériaux de l'infrastructure améliorée, y compris les matériaux recyclés, doivent respecter les exigences granulométriques suivantes, et ce, avant et après la mise en œuvre :

Tamis (mm)	% passant
125 mm	100
80 µm	0,0 – 20,0

Les matériaux provenant des déblais de première classe doivent aussi être composés de matériaux à granularité étalée pour former une couche dense et fermée empêchant toute infiltration de matériaux dans les interstices, et ce, même sous l'effet des vibrations causées par le passage d'un rouleau vibrant ou d'un buteur à chenilles. Les matériaux de l'infrastructure améliorée doivent être homogènes transversalement et longitudinalement pour ne pas causer de comportements différentiels, et ils ne doivent pas contenir de sols contenant des masses gelées ni de sols contaminés non conformes aux exigences environnementales.

La réutilisation de sols contaminés doit être effectuée conformément aux *Lignes directrices pour la valorisation des sols contaminés* du MELCCFP, à la Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ, chapitre Q-2) et aux règlements correspondants.

11.7.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

La présente section exclut les matériaux d'infrastructure améliorée constitués uniquement de déblais de première classe.

11 | Terrassements

11.7.2.1 Attestation de conformité

Pour chaque source de matériaux bruts à la source, de matériaux provenant de déblais, d'emprunts ou de matériaux recyclés, et au moins 7 jours avant le début de l'exploitation des matériaux bruts extraits à la source, ou de la première livraison des matériaux en réserve, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité répondant aux exigences de l'attestation de conformité des matériaux de sous-fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée» avec les précisions suivantes :

- si les résultats des analyses granulométriques effectuées sur les matériaux bruts à la source révèlent qu'ils ne sont pas tous conformes aux exigences, l'entrepreneur doit changer de site d'exploitation ou spécifier par écrit au surveillant les mesures qu'il entend prendre pour bonifier les matériaux afin de les rendre conformes aux exigences. Il doit alors présenter une nouvelle attestation de conformité qui doit porter sur les matériaux traités;
- les caractéristiques intrinsèques et complémentaires des matériaux ne s'appliquent pas avec la précision selon laquelle la détermination des matières organiques peut être exigée par le Ministère en cas de doute sur la qualité des matériaux;
- les exigences des analyses granulométriques des matériaux de sous-fondation sont remplacées par celles de l'article portant sur les analyses granulométriques de la présente section.

Le surveillant autorise le transport des matériaux d'infrastructure améliorée uniquement après la réception de l'attestation de conformité présentant tous les points décrits et démontrant que les résultats des analyses granulométriques sont conformes.

11.7.2.1.1 Analyses granulométriques

Pour répondre aux exigences granulométriques, tous les résultats individuels doivent respecter les exigences des matériaux de l'infrastructure améliorée.

Les analyses granulométriques sont effectuées selon la méthode d'essai LC 21-040 du Ministère, à partir d'un échantillonnage conforme à la méthode d'essai LC 21-010 du Ministère. Le prélèvement des échantillons ainsi que les essais sont effectués selon la cadence minimale d'un essai par 3000 m³ de matériaux de l'infrastructure améliorée, y compris les matériaux recyclés, avec un minimum de 3 essais pour chaque source de matériau d'infrastructure améliorée. L'échantillonnage

doit être fait par l'entrepreneur en présence d'un représentant du Ministère, à l'exception de l'échantillonnage des matériaux d'emprunt.

Dans le cas des matériaux issus des déblais et transportés directement à leur destination finale, il n'est pas nécessaire de constituer une réserve si la conformité et l'homogénéité des matériaux à déblayer peuvent être démontrées par les résultats granulométriques figurant à l'attestation de conformité. L'estimation du volume ainsi que sa localisation doivent faire l'objet de l'autorisation du surveillant. À cette fin, les limites de la zone d'exploitation doivent être validées au moyen d'excavations par l'entrepreneur, en présence du surveillant.

Si les matériaux à déblayer sont constitués de plusieurs couches de matériaux distincts devant être mélangés pour constituer les matériaux d'infrastructure améliorée, la mise en réserve et l'homogénéisation des matériaux sont requises avant la réalisation des analyses granulométriques.

11.7.3 MISE EN ŒUVRE

11.7.3.1 Mise en réserve des matériaux d'infrastructure améliorée

Dans le cas où les matériaux d'infrastructure améliorée sont traités (concassage, lavage, ajout, tamisage) ou s'il s'agit de matériaux recyclés, ils doivent être mis en réserve conformément aux dispositions de l'article sur la mise en réserve des matériaux de fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée».

11.7.3.2 Mise en place de l'infrastructure améliorée

Les matériaux mis en place et densifiés doivent présenter une surface stable, uniforme et sans ségrégation, et chaque couche mise en place doit respecter le critère de rétention des particules des couches adjacentes, conformément aux exigences de la norme 2104 du Ministère.

Le compactage de l'infrastructure améliorée doit respecter les exigences indiquées à l'article portant sur le compactage des matériaux.

Les matériaux d'infrastructure améliorée sont épandus par couches d'épaisseur uniforme n'excédant pas 300 mm sous l'infrastructure. Cependant, les matériaux classifiés SP selon la norme 1101 du Ministère peuvent être épandus par couches d'épaisseur uniforme n'excédant pas 600 mm. Avant et après la mise en œuvre de l'infrastructure améliorée, la surface doit respecter les exigences indiquées à l'article portant sur la préparation et la stabilisation de l'infrastructure.

11 | Terrassements

Pour une section de route donnée, lorsque des matériaux recyclés sont utilisés, chacune des couches de l'infrastructure améliorée, sur toute la largeur de la chaussée, doit être constituée de matériaux recyclés de même type de MR, et ce, sur une longueur minimale de 300 m. De plus, le fond de l'excavation sur lequel sont mis en place les matériaux recyclés doit être situé au-dessus de l'élévation maximale des eaux souterraines.

Les impuretés, telles qu'elles sont définies à l'article 3 « Définitions » de la norme BNQ 2560-600 « Granulats – Matériaux recyclés fabriqués à partir de béton, d'enrobés bitumineux et de briques – Classification et caractéristiques » et dont la dimension est supérieure à 125 mm, doivent être enlevées et mises au rebut conformément aux exigences de l'article portant sur les rebuts.

11.7.4 MODE DE PAIEMENT

Sauf lorsque l'infrastructure améliorée se situe dans un remblai de pierre comme fermeture de remblai, les matériaux compactables pour l'infrastructure améliorée sont payés à la tonne ou au mètre cube, indépendamment du fait qu'ils proviennent des déblais, des matériaux d'emprunt ou des matériaux recyclés. Le prix couvre la fourniture des matériaux, le concassage, la mise en réserve, le tamisage ou le traitement des matériaux, l'attestation de conformité, le chargement, le pesage, le transport, l'épandage ainsi que le compactage, et il inclut toute dépense incidente. La caractérisation environnementale, lorsque requise ou exigée par le Ministère, l'enlèvement et la mise au rebut des impuretés sont également inclus dans le prix unitaire des matériaux recyclés.

Le volume des matériaux payés au mètre cube est calculé par la méthode de la moyenne des aires selon les dimensions théoriques de la couche d'infrastructure améliorée.

11.8 REMBLAI LÉGER

11.8.1 MATÉRIAUX

11.8.1.1 Polystyrène

Le polystyrène doit être conforme à la norme 14301 du Ministère.

11.8.1.2 Béton

Le béton pour la dalle du remblai léger est de type I et doit être conforme aux exigences de la norme 3101 du Ministère.

11.8.1.3 Treillis métallique

Le treillis métallique doit être conforme à la norme 5101 du Ministère.

11.8.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

11.8.2.1 Polystyrène

11.8.2.1.1 Attestation de conformité

Pour chaque livraison de polystyrène, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante :

- le nom du fabricant ou sa marque de commerce;
- la date de fabrication;
- le numéro du lot de production;
- les résultats de l'essai suivant pour le remblai léger (type B) :
 - ♦ résistance à la compression.

Un lot de production est constitué de blocs de polystyrène de même type et présentant les mêmes caractéristiques, et fabriqués en continu avec la même machine. De plus, un lot est limité à un volume maximal de 1000 m³ pour le remblai léger.

11.8.2.1.2 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en un morceau de bloc de 1 m de longueur par lot de production.

11.8.2.2 Béton

Le béton doit répondre aux exigences d'assurance de la qualité relatives aux ouvrages en béton de la section « Ouvrages d'art ».

11.8.2.3 Treillis métallique

Le treillis métallique doit répondre aux exigences d'assurance de la qualité relatives à l'armature des ouvrages en béton de la section « Ouvrages d'art ».

11.8.3 MISE EN ŒUVRE

L'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires afin d'éviter toute source de chaleur à proximité des travaux et tout contact avec les hydrocarbures.

Lors de la mise en place du polystyrène pour remblai léger, un bloc ou un panneau qui est endommagé (perforation, troncature, épaufrure, etc.) et qui atteint un des critères suivants doit être remplacé :

- la surface portante (soit les 2 plans horizontaux) est diminuée de plus de 5 %;
- la surface totale du bloc ou du panneau est diminuée de plus de 5 %;



11 | Terrassements

- une perforation sur n'importe quelle face qui dépasse 0,1 m² et une profondeur de plus de 20 % de la dimension au droit de la face concernée;
- une troncature (ou épaufrure) sur l'une des arêtes qui dépasse 0,1 m².

Si un bloc est endommagé sur seulement une des surfaces latérales (surface non portante), il peut être utilisé sur un des versants extérieurs du remblai avec la surface endommagée vers l'extérieur, sauf pour la couche supérieure, où tous les blocs doivent être intacts.

11.8.3.1 Remblai léger

La première rangée de polystyrène doit être mise en place sur une couche de 150 mm d'épaisseur de matériau granulaire densifié. Les blocs de chaque rangée sont ensuite disposés perpendiculairement par rapport aux blocs de la rangée inférieure et de façon à faire se chevaucher les joints dans toutes les directions d'une rangée à l'autre. Au besoin, des blocs doivent être taillés pour satisfaire à cette exigence. En cours de construction, la différence de niveau entre des blocs adjacents ainsi que l'écart horizontal entre deux blocs doivent être inférieurs à 10 mm. À proximité des culées, les blocs sont découpés afin d'épouser parfaitement la géométrie de l'ouvrage.

La dernière rangée de blocs de polystyrène est recouverte d'une dalle en béton armé. Lorsqu'une dalle de 100 mm d'épaisseur est prévue aux plans et devis, celle-ci est armée au moyen d'un treillis métallique 152 × 152 – MW25.8/MW25.8, placé au voisinage du plan moyen du revêtement à l'aide de pavés en béton conformes à la norme 3402 du Ministère, dont les dimensions sont d'au moins 100 mm × 100 mm pour éviter de poinçonner le polystyrène. Le chevauchement entre les bandes de treillis est de 500 mm et doit comporter au moins 3 fils de treillis. Lorsqu'une dalle de 200 mm d'épaisseur est prévue aux plans et devis, celle-ci est armée au moyen de barres d'armature 10M, conformes à la norme 5101 du Ministère, mises en place à 250 mm c/c dans les deux sens avec un recouvrement de 90 mm.

Avant la pose de la dalle en béton, aucun matériel n'est autorisé à circuler sur le polystyrène.

Le polystyrène doit être protégé latéralement par un recouvrement en matériau granulaire d'au moins 1000 mm d'épaisseur, mesuré perpendiculairement à la pente.

11.8.3.2 Recouvrement

La première couche du matériau granulaire déversé sur le polystyrène pour remblai léger doit être placée et densifiée avec soin de manière à ne pas endommager ou déplacer le polystyrène.

11.8.4 MODE DE PAIEMENT

11.8.4.1 Remblai léger

Le polystyrène pour le remblai léger est mesuré en place et il est payé au mètre cube. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, y compris la couche de matériaux granulaires, et il inclut toute dépense incidente.

Le matériau granulaire de protection latérale est calculé au mètre cube théorique et il est payé à l'article correspondant au bordereau.

La dalle de béton est payée au mètre cube de béton. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et de l'armature ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

11.9 EMPRUNTS

11.9.1 MATÉRIAUX D'EMPRUNT

Lorsque les déblais et les excavations stipulés aux plans et devis ne fournissent pas suffisamment de matériaux acceptables pour la construction des remblais ou encore d'autres travaux stipulés aux plans et devis, les quantités complémentaires sont prises en dehors de l'emprise.

Les matériaux d'emprunt doivent être des sols compactables et non contaminés ou des matériaux recyclés de type MR ou BA conformes aux exigences de la norme BNQ 2560–600 «Granulats – Matériaux recyclés fabriqués à partir de béton, d'enrobés bitumineux et de briques – Classification et caractéristiques». Les matériaux doivent être conformes aux exigences prévues selon l'usage.

À l'exception des matériaux d'emprunt extraits de carrières et de sablières et des matériaux recyclés, l'entrepreneur doit fournir au Ministère, avant la première livraison des matériaux d'emprunt, l'information suivante :

- l'emplacement de la zone d'extraction ou de la réserve ainsi que les quantités disponibles;
- une preuve que le terrain d'où proviennent les matériaux ne figure pas dans le Répertoire des terrains contaminés publié par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et

11 | Terrassements

des Parcs (MELCCFP) ni dans l'inventaire des terrains contaminés de la municipalité ou de la municipalité régionale de comté.

Les matériaux provenant d'un terrain inscrit dans un de ces registres ou inventaires sont refusés.

Les matériaux d'emprunt utilisés pour la construction des remblais et de l'infrastructure améliorée doivent respecter les exigences d'assurance de la qualité prévues pour ces usages.

11.9.2 MISE EN ŒUVRE

Les matériaux d'emprunt et leur mise en œuvre doivent être conformes aux exigences concernant les remblais.

11.9.3 MODE DE PAIEMENT

Les emprunts sont payés à la tonne ou au mètre cube, selon les stipulations des plans et devis. Le prix couvre notamment l'achat du matériau, le déboisement, le décapage du site d'emprunt, l'extraction, l'assèchement, le chargement, le pesage si les emprunts sont payés à la tonne, la construction des chemins de halage, le transport total, l'épandage, le compactage, la restauration de la chambre d'emprunt ainsi que les travaux et obligations stipulés aux articles sur la fourniture de matériaux de carrière ou de sablière, et il inclut toute dépense incidente.

11.10 COMPACTAGE DES MATÉRIAUX

La masse volumique maximale du matériau mis en place est déterminée selon la norme CAN/BNQ 2501-255 «Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée (2700 kN • m/m³)». Si cela ne peut pas être réalisé, la méthode utilisée doit être celle de la norme BNQ 2501-258 «Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai au marteau vibrant».

11.10.1 ASSURANCE DE LA QUALITÉ – CONTRÔLE DE RÉCEPTION

Le Ministère vérifie la compacité de chaque couche de matériaux à l'aide d'un nucléodensimètre, selon la méthode LC 22-003 du Ministère. Le facteur de correction (facteur K) utilisé pour corriger la teneur en eau mesurée de chaque type de matériau est déterminé selon la méthode LC 22-002 du Ministère. Le nucléodensimètre utilisé est étalonné au moins une fois par année selon la procédure définie dans la norme ASTM D6938 «Standard Test

Method for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)».

Lorsque la compacité ne peut être vérifiée à l'aide d'un nucléodensimètre, des essais de portance doivent être réalisés conformément aux exigences de l'essai de portance de la présente section.

Les essais sont réalisés aux emplacements indiqués par le surveillant.

11.10.2 MISE EN ŒUVRE

Le compactage doit être exécuté avant que le matériau soit à une température inférieure à 0 °C.

11.10.2.1 Teneur en eau optimale

L'entrepreneur doit s'efforcer d'obtenir en chantier la teneur en eau la plus proche de l'optimum déterminé en laboratoire par le Ministère au moyen de l'essai de masse volumique sèche maximale selon la norme CAN/BNQ 2501-255 «Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée (2700 kN • m/m³)». Dans le cas des sols argileux, la teneur en eau ne doit en aucun cas être supérieure à la limite de plasticité obtenue selon la norme CAN/BNQ 2501-092 «Sols – Détermination de la limite de liquidité à l'aide du pénétromètre à cône et de la limite de plasticité».

L'entrepreneur doit fournir le matériel propre à accélérer le séchage des sols trop humides ou l'humidification des sols trop secs.

Si le sol est trop humide pour permettre un compactage uniforme à la masse volumique sèche maximale requise, le surveillant peut exiger que ce sol soit mélangé avec un sol sec ou qu'il soit asséché par aération ou par scarification.

Si, au contraire, la teneur en eau est trop faible, le surveillant peut exiger l'arrosage en vue d'obtenir la teneur optimale. Si la surface est lisse, l'entrepreneur doit la scarifier ou la herser pour favoriser la pénétration de l'eau.

11.10.2.1.1 Perte de masse volumique et remaniement du sol

Si le sol naturel ou une couche d'un matériau déjà densifié à la masse volumique requise subit avant la fin des travaux une perte de masse volumique ou de résistance attribuable à la circulation du matériel, aux intempéries, à l'action du gel ou du dégel ou encore à toute autre cause, l'entrepreneur



11 | Terrassements

doit, à ses frais, remplacer le matériau remanié de façon à réussir l'essai de portance ou refaire le compactage à la masse volumique requise.

11.10.2.2 Matériel de compactage

L'entrepreneur doit utiliser un matériel spécifique au compactage adapté aux conditions locales, à la nature du sol et aux matériaux mis en œuvre.

11.10.2.3 Degrés de compacité

Les degrés de compacité exigés pour le terrain naturel et les couches successives formant les remblais sont les suivants :

11.10.2.3.1 *Compactage du sol naturel et des fonds de coupe*

Le fond de coupe et le sol naturel déblayé de la terre végétale et laissé en place à moins de 1 m de la ligne d'infrastructure doivent être densifiés sur une profondeur de 150 mm à un minimum de 90,0 % de la masse volumique sèche maximale. Si le fond de coupe ou le sol naturel se trouvent dans la sous-fondation, les 150 premiers millimètres sous la ligne de sous-fondation doivent être densifiés à un minimum de 95,0 %.

11.10.2.3.2 *Compactage des remblais, des matériaux d'emprunt et des infrastructures améliorées composés de matériaux de deuxième classe*

Ces matériaux sont densifiés à un minimum de 90,0 % de la masse volumique sèche maximale; si la ligne d'infrastructure coïncide avec la ligne de sous-fondation, les 150 derniers millimètres sont densifiés à un minimum de 95,0 %.

11.10.2.3.3 *Compactage des remblais de pierre et des infrastructures améliorées composées exclusivement de matériaux de première classe*

Chacune des couches des 3 derniers mètres sous la ligne de sous-fondation doit être densifiée au moyen de 4 passages d'un buteur d'un poids minimal de 30 t. La dernière couche de 300 mm doit subir en plus 2 passages supplémentaires d'un rouleau vibrant d'un poids statique minimal de 5 t et d'une force centrifuge de vibration de plus de 10 t. Dans le cas de roc friable ou schisteux, l'exigence est celle de la dernière couche de 300 mm, et ce, pour chacune des couches.

11.10.3 MODE DE PAIEMENT

Le compactage des différents matériaux ne fait l'objet d'aucun article au bordereau. Tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet

ouvrage, notamment les coûts de la mise en œuvre exécutée selon les exigences des plans et devis et selon les instructions du surveillant, de l'arrosage ou de l'assèchement, sont inclus dans le prix unitaire de chacun de ces matériaux.

11.11 PRÉPARATION ET STABILISATION DE L'INFRASTRUCTURE

11.11.1 PRÉPARATION DE L'INFRASTRUCTURE

11.11.1.1 Conditions préalables

Les travaux de préparation de l'infrastructure font partie des terrassements, mais peuvent être requis au moment des travaux de fondation, lorsque l'infrastructure a été détériorée par le passage du matériel lourd, par les intempéries, par l'action du gel ou du dégel ou par toute autre cause. Les sols argileux ayant un indice de liquidité supérieur à 0,9 nécessitent la réalisation d'une étude particulière.

11.11.1.2 Mise en œuvre

La surface à préparer doit être parfaitement égouttée au préalable et pour toute la durée de la préparation. S'il s'agit de petites inégalités, à savoir de moins de 50 mm d'écart avec le profil stipulé, il suffit de niveler totalement la surface, puis de consolider le tout avec le matériel de compactage approprié. Si la surface à préparer est raboteuse ou onduleuse, elle doit être scarifiée jusqu'au niveau du fond des dépressions, nivelée et densifiée à nouveau.

S'il est impossible d'obtenir une surface uniforme, unie et stable à cause de la présence, dans l'infrastructure, de matériaux impropres, ces matériaux doivent être asséchés ou excavés et remplacés, jusqu'à au moins 1 m sous la ligne de sous-fondation et jusqu'à au moins 300 mm sous la ligne d'infrastructure. Les sols acceptés par le Ministère doivent avoir une teneur en matière organique maximale de 3,0 %, déterminée selon la méthode d'essai LC 31-228 du Ministère.

L'emprunt requis pour combler ces excavations et les dépressions trop grandes que l'on peut rencontrer lors de la préparation de l'infrastructure doit être de même nature que les sols avoisinants.

Avant la pose des matériaux de la couche subséquente, la planéité de la surface, en long et en travers, doit être vérifiée, et tout écart de plus de 30 mm par rapport au niveau requis doit être corrigé. De plus, l'entrepreneur doit prévoir une pente transversale minimale sur la plate-forme permettant l'écoulement des eaux vers les fossés latéraux.

11 | Terrassements

11.11.1.3 Mode de paiement

Les travaux de préparation de l'infrastructure ne font l'objet d'aucun article au bordereau. Tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage sont inclus dans les prix des déblais, des excavations ou de l'emprunt utilisé dans l'exécution des terrassements.

Les sols impropres enlevés et transportés sont mesurés et payés comme déblais de deuxième classe.

11.11.2 STABILISATION DE L'INFRASTRUCTURE À LA CHAUX

Lorsque cela est exigé aux plans et devis, les sols argileux au niveau de la ligne d'infrastructure sont stabilisés à la chaux sur les 300 derniers millimètres sous la ligne d'infrastructure, afin d'améliorer la portance et de faciliter la mise en forme de la plate-forme.

11.11.2.1 Matériaux

La chaux utilisée pour la stabilisation des sols argileux doit être sous forme de chaux hydratée et non liquide, ou sous la forme de chaux vive (CaO). Elle doit être conforme à la norme ASTM C977 « Standard Specification for Quicklime and Hydrated Lime for Soil Stabilization ».

11.11.2.2 Assurance de la qualité – Attestation de conformité

Pour chaque livraison de chaux, l'entrepreneur doit fournir une attestation de conformité contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom du produit et le type de chaux;
- le nom du fabricant et le lieu de fabrication;
- le numéro de lot de production;
- la date de fabrication;
- la composition chimique et les propriétés physiques.

Par «lot de chaux», on entend une quantité déterminée de la chaux de même type et de mêmes caractéristiques physicochimiques, produite par le même fabricant et entreposée dans un réservoir donné.

Au moment de l'expédition, l'information suivante est ajoutée sur l'attestation de conformité :

- le nom de l'entrepreneur;
- le nom du transporteur et, dans le cas d'un matériau livré en vrac, le numéro de la citerne;
- la date de chargement;
- la quantité livrée.

11.11.2.3 Mesures de sécurité et exigences environnementales

L'entrepreneur doit prendre toutes les mesures de sécurité nécessaires en fonction des produits utilisés. Lors de l'utilisation de chaux vive, il doit fournir un programme de sécurité détaillé énonçant les précautions à prendre ainsi que les mesures d'urgence prévues sur le chantier.

Lors de l'utilisation de la chaux en vrac et en grande quantité, les employés doivent éviter tout contact direct avec le matériau et être munis d'un masque à oxygène, de lunettes de sécurité, de gants, etc. Lors de l'entreposage, du transbordement et de l'épandage, les équipements utilisés doivent être pourvus de cabines, conduites et convoyeurs étanches, de façon à maintenir, en tout temps, le soulèvement des poussières à l'intérieur du seuil de tolérance de 5 mg/m³. Les travaux doivent être interrompus lorsque la vitesse du vent dépasse 30 km/h ou lorsque, visiblement, des poussières sont entraînées à plus de 20 m de l'emprise du chantier.

En présence d'un point sensible (précisé dans les plans et devis) situé à moins de 60 m des limites de l'emprise, aucune émission de poussière de chaux n'est tolérée hors de l'emprise du chantier.

11.11.2.4 Mise en œuvre

Avant que commencent les travaux de stabilisation, l'entrepreneur doit faire inspecter et approuver par le surveillant tout l'équipement (tritrateur, herses, appareil de dosage, etc.) qu'il entend utiliser. Une planche d'essai, lorsque cela est stipulé aux plans et devis, est réalisée avant le début des travaux.

Le mélange chaux-sol argileux doit être exécuté à une température supérieure à 4 °C et en l'absence de pluie et de vent d'une vitesse supérieure à 30 km/h.

Les travaux de stabilisation de l'infrastructure à la chaux doivent être exécutés entre le 15 mai et le 15 octobre. La date limite du 15 octobre peut être reportée au 15 novembre à condition que la couche stabilisée à la chaux soit recouverte d'au moins 300 mm de matériaux de sous-fondation afin de la protéger contre le gel durant son premier mois de mûrissement.

Le dosage et le malaxage d'un sol argileux avec la chaux doivent être exécutés selon les étapes suivantes :

- préparation de la surface selon les exigences de l'article sur la préparation de l'infrastructure;

11 | Terrassements

11

- scarification et pulvérisation de l'argile sur toute la profondeur à stabiliser. Si la stabilisation d'un sol doit être réalisée en plusieurs couches, la pose d'une couche additionnelle ne peut se faire qu'après mûrissement préliminaire de 24 à 48 heures et compactage complet de la couche précédente, et ces travaux ne doivent pas endommager la surface déjà densifiée;
- application de la chaux en une ou plusieurs opérations, selon le taux d'application stipulé aux plans et devis;
- malaxage de la chaux avec l'argile à l'aide d'un trituteur. Durant ces travaux, le mélange doit avoir une teneur en eau supérieure de 3 % à la limite de plasticité de l'argile, conformément à la norme CAN/BNQ 2501-092 «Sols – Détermination de la limite de liquidité à l'aide d'un pénétromètre à cône et de la limite de plasticité»;
- compactage léger de la surface et mûrissement préliminaire durant une période de 24 à 48 heures. Pendant ces travaux, l'entrepreneur doit humidifier le mélange pour le maintenir humide à un pourcentage de 3 % supérieur à la limite de plasticité de l'argile;
- nouvelle pulvérisation du mélange durci durant le mûrissement préliminaire de façon à ce que tous les agglomérats passent le tamis de 25 mm. Au cours de ce deuxième malaxage, l'entrepreneur doit maintenir la teneur en eau du mélange près de l'optimum. Le mélange doit être homogène;
- compactage final, généralement à l'aide d'un compacteur à pneus multiples, selon les exigences concernant les fondations de chaussée. Le délai entre le premier malaxage et le compactage final ne doit pas excéder 48 heures;
- application d'une membrane imperméable constituée d'une ou plusieurs applications de bitume fluidifié à un taux de 0,8 kg/m², et ce, moins de 24 heures après le compactage final. À défaut de membrane, l'humidité du mélange doit être maintenue durant les 10 jours de mûrissement par arrosage à un taux de 1 à 2 kg/m², au besoin, et un roulage léger.

11.11.2.5 Mode de paiement

La stabilisation de l'infrastructure à la chaux est payée au mètre carré de surface stabilisée selon les stipulations aux plans et devis et les instructions du surveillant. Le prix du sol traité couvre notamment

la préparation de la surface à traiter, l'application de la chaux, le nivelage, le malaxage et la pulvérisation, le compactage, le mûrissement ainsi que la main-d'œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

La chaux utilisée pour la stabilisation est payée à la tonne. Le prix couvre notamment la fourniture, le transport ainsi que le stockage, et il inclut toute dépense incidente. Si la chaux est fournie par le Ministère, le prix couvre le transport à partir du lieu indiqué aux plans et devis ainsi que le stockage, et il inclut toute dépense incidente.

11.11.3 RENFORCEMENT DE L'INFRASTRUCTURE À L'AIDE D'UN GÉOTEXTILE

À la demande du surveillant, lorsqu'il est impossible de remplacer les matériaux instables ou de les assécher, un géotextile doit être étendu sur l'infrastructure en guise de renforcement.

11.11.3.1 Matériaux

Le géotextile pour renforcement de l'infrastructure doit respecter les exigences d'un géotextile de grade R1 de la norme BNQ 7009-210 «Géotextiles utilisés en génie routier – Classification, caractéristiques et méthodes d'essai».

11.11.3.2 Assurance de la qualité

Le géotextile doit répondre aux exigences d'assurance de la qualité des géotextiles de la section «Fondations de chaussée».

11.11.3.3 Mise en œuvre

La surface à recouvrir doit être préparée conformément aux stipulations de l'article sur la préparation de l'infrastructure. Le sol naturel ne doit pas être remanié.

La pose du géotextile s'effectue selon les exigences de mise en œuvre des géotextiles décrites à la section «Fondations de chaussée».

11.11.3.4 Mode de paiement

Le géotextile pour renforcement de l'infrastructure est payé selon le mode de paiement pour les géotextiles.

11.11.4 ESSAI DE PORTANCE

À la demande du surveillant, l'entrepreneur est tenu d'effectuer un essai de portance sur la surface finale du sol en place et de la couche de fermeture de remblai, d'infrastructure améliorée, de sous-fondation ou de fondation.

11 | Terrassements

À la demande du surveillant, l'essai de portance peut s'appliquer aussi à n'importe quelle sous-couche de la couche d'infrastructure améliorée, de sous-fondation et de fondation.

L'essai de portance doit être réalisé selon l'une des 2 méthodes décrites à l'article portant sur la mise en œuvre.

Lorsque l'essai de portance selon la méthode 1 n'est pas concluant et fait l'objet d'un désaccord entre les parties, alors la méthode 2 avec la poutre Benkelman est utilisée et constitue l'essai décisif.

11.11.4.1 Mise en œuvre

L'entrepreneur doit disposer d'un camion muni d'un essieu arrière tandem à pneus jumelés. La charge sur chacun des 4 jumelages arrière doit être conforme aux exigences du tableau ci-après. La pression de gonflage des pneus doit être de 690 kPa ± 5 kPa.

Couche	Charge par jumelage (kg) ⁽¹⁾	Déflexion admissible (mm)
Sol en place, infrastructure améliorée et fermeture de remblai	3600	4,0
Sous-fondation	3600	2,5
Fondation	4600	2,0

1. Une variation maximale de 40 kg est permise.

Méthode 1 – L'essai est réalisé par le passage du camion de référence. La vitesse du camion ne doit pas dépasser 3 km/h. Si, lors de cet essai, le surveillant constate des déflexions nettement visibles lorsqu'il est en position debout, il peut demander un essai de portance selon la méthode 2 ou demander de procéder aux actions correctives, comme stipulé à l'article suivant.

Méthode 2 – Au moment de l'essai, le camion doit être immobilisé sur une surface horizontale non gelée. La poutre Benkelman, munie d'une jauge à cadran, est placée de façon que le pointeau repose entre les roues jumelées du camion, sur l'endroit choisi. Le camion s'éloigne lentement à une distance d'au moins 12 m. La lecture est notée 60 secondes après le déplacement du camion. Au moins 3 essais doivent être effectués sur une longueur minimale de 10 m, et la valeur moyenne des résultats doit être conforme à la déflexion admissible. Si, lors de cet essai, le surveillant constate des déflexions supérieures à celles qui sont indiquées dans le tableau précédent, il peut demander de procéder aux actions correctives, comme stipulé à l'article suivant.

11.11.4.2 Action corrective

Dans les secteurs où la déflexion est supérieure à la valeur admissible, des travaux correctifs doivent être entrepris par scarification et compactage ou par remplacement du sol ou du matériau de mauvaise qualité par un autre présentant des caractéristiques équivalant à celles du sol ou du matériau avoisinant. Si le sol ou le matériau de remplacement est différent, l'entrepreneur doit exécuter les travaux selon les exigences concernant les transitions. Ces travaux doivent être suivis d'un compactage, selon les exigences de l'article sur les degrés de compacité. Après ces travaux, la déflexion doit être mesurée à nouveau et être conforme aux exigences.

11.11.4.3 Mode de paiement

Le camion servant à l'essai de portance est payé selon le tarif horaire prévu au *Recueil des tarifs de camionnage en vrac* du Ministère, majoré de 10 %.

Le coût de tous les travaux correctifs requis à la suite de l'échec d'un essai de portance est à la charge de l'entrepreneur.

11.12 NETTOYAGE ET RÉGALAGE FINALS

11.12.1 MISE EN ŒUVRE

Le régalaage final couvre les retouches à faire pour rendre les profils en tous points conformes aux lignes théoriques en long et en travers et couvre tous les travaux requis pour le nettoyage et la remise en état des lieux.

11.12.2 MODE DE PAIEMENT

Si cet ouvrage est mentionné au bordereau, le prix en est fixé par le Ministère. Il fait l'objet d'un paiement global et il est payé quand les travaux sont acceptés par le surveillant. Si cet ouvrage ne figure pas au bordereau, le prix unitaire soumis pour chaque ouvrage inclut les frais engagés pour le nettoyage, le régalaage final, le nettoyage et la remise en état des lieux ainsi que les frais excédentaires engagés, lorsque le prix est fixé par le Ministère au bordereau.

Quand des matériaux d'apport sont requis pour combler des dépressions, ces matériaux sont payés aux prix unitaires du contrat, à la condition qu'ils ne remplacent pas des matériaux enlevés et payés comme terrassements.

11 | Terrassements

11.13 ENTRÉES PRIVÉES

11.13.1 MATÉRIAUX

Les tuyaux pour entrées privées doivent être conformes aux normes 7101 du Ministère, BNQ 2622-126 «Tuyaux et branchements latéraux monolithiques en béton armé et non armé pour l'évacuation des eaux d'égout domestique et pluvial» et BNQ 3624-120 «Tuyaux à profil ouvert et à paroi intérieure lisse en polyéthylène (PE) et raccords en polyéthylène (PE) pour les égouts pluviaux, les ponceaux et le drainage des sols».

11.13.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

Les tuyaux en béton, en acier et en polyéthylène (PE) doivent répondre aux exigences d'assurance de la qualité relatives aux ponceaux préfabriqués de la section «Ouvrages d'art».

11.13.3 MISE EN ŒUVRE

Les tuyaux doivent être installés dans l'axe, le radier légèrement sous le profil des fossés latéraux, après en avoir modelé le fond pour fournir une assise sans saillie.

Les entrées privées sont construites avec les matériaux provenant des déblais et des excavations ou avec des matériaux d'emprunt.

L'entrepreneur doit construire les 150 derniers millimètres de la surface avec un matériau de fondation.

11.13.4 MODE DE PAIEMENT

Les tuyaux sont payés au mètre selon les exigences des plans et devis. Le prix couvre la fourniture des tuyaux et des accessoires, la préparation des assises ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

La fourniture et la pose des éléments d'extrémité biseautée sont payées à l'unité.

Les matériaux de remblayage des entrées privées sont payés au prix unitaire correspondant à ces ouvrages au bordereau. Le matériau de fondation servant à la finition des entrées est payé au prix unitaire correspondant à cet ouvrage au bordereau.

11.14 FOURNITURE DES MATÉRIAUX DE CARRIÈRE OU DE SABLIÈRE

11.14.1 RÉGLEMENTATION

En tout temps, l'entrepreneur doit se conformer à la Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ, chapitre Q-2), au Règlement sur les carrières et sablières et au Règlement sur la santé et la sécurité du travail dans les mines.

11.14.2 MISE EN ŒUVRE

11.14.2.1 Construction et entretien de chemins d'accès

La largeur des chemins d'accès est d'au moins 7 m et le profil en est établi par le surveillant; toute surlargeur ou autre modification de profil apportée par l'entrepreneur est à ses frais.

L'entretien de ces chemins inclut le nivelage régulier, la fourniture et la pose d'un abat-poussière selon les exigences concernant l'entretien des chaussées à surface granulaire et celles concernant les abat-poussières.

11.14.2.2 Travaux préparatoires à l'exploitation

Avant le début des travaux d'exploitation d'une carrière ou d'une sablière, l'entrepreneur doit baliser clairement les limites de l'aire d'exploitation à l'aide de bornes (marques visibles). Ces bornes doivent rester en place et demeurer visibles jusqu'à la remise en état des lieux.

L'entrepreneur doit procéder au décapage de la terre végétale de la carrière et de la sablière de manière progressive pour limiter la superficie de terrain perturbé au strict minimum.

Il doit stocker temporairement la terre végétale ainsi décapée près de l'aire d'exploitation afin de s'en servir pour la remise en état du site à la fin de l'exploitation.

11.14.2.3 Exploitation

Dans le cas d'une carrière ou d'une sablière, l'entrepreneur doit fréquemment inspecter les parois exploitées, y enlever toute pierre, tout matériau susceptible de s'en détacher ou toute masse surplombante. En plus, il ne doit pas déposer de matériaux à moins de 2 m ni y laisser circuler ou stationner des véhicules à moins de 3 m du sommet des parois.

Dans le cas d'une sablière, l'entrepreneur doit empêcher l'affaissement des parois en y maintenant des pentes inférieures à 1V:1H, à moins que la nature et la stabilité du sol permettent des pentes plus abruptes, déterminées par un ingénieur.

11 | Terrassements

Cependant, l'entrepreneur doit prévoir qu'à la fin de ses travaux, toute pente de la surface exploitée doit être d'au plus 1V:2H, pour prévenir l'érosion et tout affaissement de terrain.

Pendant l'exploitation d'une carrière ou d'une sablière, l'entrepreneur doit prendre les mesures pour limiter l'érosion causée par le ruissellement et pour éviter que des sédiments atteignent un lac, un cours d'eau ou un milieu humide ou qu'ils migrent à l'extérieur des limites de la carrière ou de la sablière.

En tout temps, l'entrepreneur doit se conformer aux lois et règlements concernant la qualité de l'environnement et la protection des territoires forestier et agricole et de la propriété.

Lorsque des matériaux doivent être concassés, les travaux de concassage doivent être effectués de façon à ce qu'il n'y ait aucun rejet de pierres de dimension inférieure à 750 mm dans leur plus grande dimension.

11.14.2.4 Mise en réserve

Les réserves doivent être placées à un endroit approuvé par le surveillant, situé dans la source de matériaux ou à l'intérieur de l'emprise de la route de manière à ce que le site proposé par l'entrepreneur n'augmente pas la distance moyenne de transport des matériaux.

L'entrepreneur doit identifier les réserves comme étant la propriété du Ministère.

Les travaux d'aménagement de ce site, sauf la fourniture des matériaux à l'état naturel lorsqu'ils sont fournis par le Ministère, sont aux frais de l'entrepreneur.

11.14.2.5 Restauration du site

À la fin des travaux, la surface de la carrière ou de la sablière est régalande uniformément et nettoyée de tout rebut, débris, déchet, matériel inutilisable, de toute souche ou pièce de matériel ou de tout autre encombrement du même genre.

Toutes les pierres rejetées ou non utilisées doivent être enfouies ou recouvertes de terre, et la surface doit être régalande uniformément.

L'entrepreneur doit prendre toutes les mesures requises pour qu'une nouvelle végétation croisse 2 ans après la cessation de l'exploitation d'une carrière ou d'une sablière qu'il a lui-même exploitée et subséquentement abandonnée.

Pour l'aire exploitée et dont l'utilisation est discontinuée, l'entrepreneur doit, en respectant les exigences concernant l'aménagement paysager :

- préparer le sol;
- recouvrir le sol de terre végétale;

- engazonner l'aire, sans toutefois assurer la tonte du gazon, ou y planter des arbres et des arbustes à une densité minimale de 1600 plants par hectare. Dans le cas des terres forestières du domaine public, l'entrepreneur doit obligatoirement les engazonner et y planter des arbres et arbustes.

Les travaux de plantation doivent aussi répondre aux exigences suivantes :

11.14.2.5.1 Localisation

Les plants doivent être placés à un endroit propice à leur établissement et à leur croissance sans tuteur et sans piquet de repère individuel. Les affleurements rocheux, les sites de régalande des sols formés de débris ou de grosses pierres et les dépressions nécessairement inondées lors de pluies abondantes ne doivent pas être reboisés, mais engazonnés. Cependant, les parois et talus dont les pentes sont égales ou inférieures à 1V:2H doivent être reboisés en créant une surface horizontale tout autour des plants.

11.14.2.5.2 Espacement

À l'intérieur du périmètre indiqué aux plans et devis ou par le surveillant, une densité minimale de 1600 plants par hectare est exigée. La distribution des plants sur le site reboisé doit être uniforme et l'espace entre deux plants doit être de 2,5 m, avec un écart tolérable de plus ou moins 0,5 m.

11.14.2.5.3 Exploitation sous l'eau

Lorsqu'une sablière a été exploitée sous la nappe phréatique (formation d'un plan d'eau), la restauration de la végétation se fait à l'aide de végétaux typiques de ce milieu (herbacées, arbustes, arbres). Les pentes des rives doivent être préalablement adoucies afin qu'elles soient stables et propices à recevoir la végétation.

11.14.2.6 Transport des matériaux

Tout transport de matériaux doit être effectué de manière à éviter la formation d'ornières et de dépressions au niveau de l'infrastructure et des diverses couches composant les fondations de chaussée. Les dépressions et les ornières supérieures à l'écart admissible au niveau de l'infrastructure et de toute autre couche doivent être corrigées, aux frais de l'entrepreneur, avant la pose de la couche subséquentement.



11 | Terrassements

11.14.3 MODE DE PAIEMENT

11.14.3.1 Matériaux bruts fournis par le Ministère

Lorsque des sources de matériaux bruts sont fournies par le Ministère, le déboisement et le découvert de ces sources, les travaux de drainage, la construction des chemins d'accès ou de halage, les matériaux servant à l'entretien de ces chemins et la restauration de la végétation sont payés au prix unitaire correspondant à chacun de ces ouvrages au bordereau.

L'enlèvement, par l'entrepreneur, des matériaux de mauvaise qualité avant et pendant l'exploitation des sources de matériaux granulaires est payé au mètre cube, au prix unitaire de l'ouvrage « découvert des sources de matériaux fournies par le Ministère » indiqué au bordereau. Si ces matériaux conviennent à la construction du chemin de halage, l'entrepreneur doit les y placer, alors que la terre végétale du découvert doit être conservée et entreposée séparément pour la restauration du sol, et ce, sans rémunération additionnelle.

Tous les travaux liés à l'entretien des chemins d'accès ou de halage, les travaux d'esthétique et de sécurité, les travaux de propreté et de protection de la propriété ainsi que la mise en réserve sont inclus dans le prix unitaire des matériaux.

11.14.3.2 Matériaux bruts fournis par l'entrepreneur

Lorsque les matériaux sont fournis par l'entrepreneur ou que ce dernier choisit une source rendue disponible par le Ministère, le coût de tous les travaux mentionnés précédemment, y compris notamment la restauration de la végétation et, s'il y a lieu, du couvert forestier, est inclus dans les prix unitaires des matériaux exploités. De même, les frais engagés inhérents aux obligations suivantes sont inclus dans ces prix :

- il appartient à l'entrepreneur de faire toutes les démarches auprès des organismes de protection de l'environnement et du territoire agricole et auprès des organismes responsables des mines et des forêts, et d'obtenir tous les droits, permis et certificats d'autorisation nécessaires pour l'exploitation de toute source de matériaux, y compris les sources mises à sa disposition par le Ministère. Dans un tel cas, l'entrepreneur doit respecter intégralement les autorisations d'exploitation et les conventions détenues par le Ministère;

- l'entrepreneur ne peut pas commencer l'exploitation d'une carrière ou d'une sablière, l'utilisation d'un procédé de concassage, de tamisage ou de lavage ou augmenter la production d'un tel procédé, à moins d'avoir obtenu ces droits, permis et certificats d'autorisation du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), du ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF) et de la Commission de la protection du territoire agricole, lorsque requis;
- l'entrepreneur doit aussi obtenir l'autorisation pour agrandir une carrière ou une sablière au-delà des limites d'une aire d'exploitation déjà autorisée, ainsi que pour une carrière ou une sablière existante qui doit être agrandie sur un lot qui n'appartenait pas, au moment de l'entrée en vigueur du règlement, au propriétaire du fond de terre où cette carrière ou sablière est située;
- l'entrepreneur doit effectuer le paiement des redevances forestières et minières, sauf pour les sources mises à sa disposition par le Ministère sur les terres forestières du domaine public, ainsi que le paiement de tous les frais relatifs à l'obtention et aux prescriptions rattachées à l'exécution des droits, permis et certificats d'autorisation, y compris le recours aux services d'un ingénieur forestier ou d'un autre professionnel, lorsque requis, et de toute autre dépense incidente.

12 | Fondations de chaussée

12.1 PORTÉE DES TRAVAUX

12.1.1 TRAVAUX DE FONDATIONS DE CHAUSSEE

Cette section couvre l'ensemble des travaux exécutés pour construire les fondations de chaussée au-dessus de la ligne d'infrastructure, pour donner à la route la forme déterminée par les plans et profils en long et en travers. Les travaux excluent la pose du revêtement et le retraitement en place lorsqu'il est prévu au contrat. Dans ce cas, les exigences de retraitement en place sont spécifiées aux plans et devis prévus à cet effet.

Les travaux de fondations de chaussée comprennent :

- la sous-fondation de chaussée;
- la fondation de chaussée;
- l'utilisation d'abat-poussière, si nécessaire;
- l'entretien de chaussée à surface granulaire;
- la pose de polystyrène pour l'isolation de la chaussée, si nécessaire;
- l'utilisation de géotextiles, si nécessaire;
- les éléments de drainage;
- les enrochements.

L'entrepreneur ne peut pas réaliser les travaux de mise en œuvre de la sous-fondation et de la fondation lorsque la couche sous-jacente est gelée ni en présence de matériaux gelés dans les matériaux transportés et déversés.

Une fois mis en place et densifiés, les matériaux granulaires doivent présenter une surface stable, uniforme et sans ségrégation.

De plus, le surveillant se réserve le droit de procéder à l'évaluation de la portance conformément aux stipulations de l'article « Essai de portance » de la section « Terrassements ».

Chaque couche de matériaux granulaires mise en place doit respecter le critère de rétention des particules par la couche sous-jacente conformément aux exigences de la norme 2104 du Ministère.

12.1.2 FOURNITURE DES MATÉRIAUX GRANULAIRES

Les matériaux provenant de carrières ou de sablières doivent être exploités selon les exigences concernant la fourniture des matériaux de carrière ou de sablière de la section « Terrassements ».

12.1.3 TRANSPORT DES MATÉRIAUX

Tout transport de matériaux doit être effectué de manière à éviter la formation d'ornières et de dépressions au niveau de l'infrastructure et des diverses couches composant les fondations de chaussée. Les dépressions et les ornières supérieures à l'écart admissible au niveau de l'infrastructure et de toute autre couche doivent être corrigées, aux frais de l'entrepreneur, avant la pose de la couche subséquente.

12.2 SOUS-FONDATION DE CHAUSSEE

12.2.1 MATÉRIAUX

Les matériaux granulaires doivent être conformes aux exigences de la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », « Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement », et ce, après la mise en œuvre des matériaux granulaires.

Les matériaux recyclés de types MR-1 à MR-5 peuvent être utilisés en sous-fondation de chaussée. Ces matériaux doivent être conformes aux exigences de la norme BNQ 2560-600 « Granulats – Matériaux recyclés fabriqués à partir de béton, d'enrobés bitumineux et de briques – Classification et caractéristiques », et ce, avant et après leur mise en œuvre. Chaque matière granulaire résiduelle utilisée doit être conforme aux exigences du Règlement concernant la valorisation de matières résiduelles (RVMR) (RLRQ, chapitre Q-2, r. 49).

Cependant, la granulométrie des matériaux granulaires en réserve de type MG 112 qui sont traités par concassage, par ajout ou comportant des matériaux recyclés doit être constituée de 40 % ou moins de particules passant le tamis de 1,25 mm, à l'exception des criblures et des mélanges de criblures et de sable naturel.

Les matériaux servant de couche anti-contaminante ou filtrante doivent être conformes aux exigences de la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », « Partie III : Coussin granulaire, enrobage, couche anticontaminante et couche filtrante », et ce, après la mise en œuvre des matériaux granulaires.

Les matériaux granulaires doivent, dès leur mise en réserve, le cas échéant, et jusqu'à leur mise en œuvre, être exempts de matières végétales, métalliques ou d'autres matières indésirables.

12 | Fondations de chaussée

12.2.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

12.2.2.1 Attestation de conformité

La qualité des matériaux bruts à la source, provenant de déblais ou de matériaux recyclés, demeure la responsabilité de l'entrepreneur. Une attestation de conformité doit être fournie au surveillant au moins 7 jours avant le début de l'exploitation pour les matériaux bruts extraits à la source, ou lors de la première livraison pour les matériaux en réserve. Dans le cas d'une réserve, si les matériaux, y compris les matériaux recyclés, sont traités (concassage, lavage, ajout, tamisage), l'attestation de conformité doit porter sur les matériaux traités et homogénéisés. L'attestation de conformité est valide pour une durée de 3 ans à partir de la date d'échantillonnage du matériau. Une nouvelle attestation de conformité doit être produite lors de tout changement de zone, palier ou site d'exploitation. Pour les matériaux mis en réserve, tout ajout de matériaux après la délivrance de l'attestation de conformité doit faire l'objet d'une autre réserve et d'une nouvelle attestation de conformité.

L'attestation de conformité doit comprendre l'information suivante :

- le nom du laboratoire enregistré ou du laboratoire du fabricant certifié ISO 9001 – Fabrication de matériaux granulaires ayant procédé à l'échantillonnage, selon la méthode d'essai LC 21-010 du Ministère, et aux essais;
- les résultats complets des analyses granulométriques du matériau granulaire faites selon la cadence spécifiée;
- les résultats des essais des caractéristiques intrinsèques et complémentaires selon la cadence spécifiée;
- s'il y a traitement des matériaux, l'entrepreneur doit préciser la proportion des matériaux d'ajout ainsi que la méthode de traitement utilisée;
- un croquis montrant l'emplacement de la zone d'exploitation ou de la réserve ainsi que l'emplacement de chaque échantillon, et explicitant, s'il y a lieu, le mode d'exploitation pour rendre ces matériaux conformes et homogènes;
- le volume pour une zone d'exploitation ou le tonnage pour une réserve;
- pour les matériaux recyclés, les résultats de la détermination de la composition et le type de matériau recyclé déterminés selon la cadence spécifiée;

- pour les matières granulaires résiduelles (MGR), y compris les matériaux recyclés, l'attestation de la catégorie du RVMR.

Lorsque l'entrepreneur choisit de s'approvisionner dans une source commerciale exploitée depuis plusieurs années, le surveillant peut accepter, en lieu et place des essais spécifiquement demandés au paragraphe précédent, une compilation des résultats d'essais antérieurs produits par un laboratoire reconnu. Ces résultats doivent correspondre à la dernière période de production de la source et représenter une quantité de matériaux équivalant au moins à la quantité requise au contrat.

Si les résultats des essais (y compris les analyses granulométriques) effectués sur les matériaux bruts à la source révèlent qu'ils ne sont pas tous conformes aux exigences, l'entrepreneur doit changer de site d'exploitation ou spécifier par écrit au surveillant les mesures qu'il entend prendre pour bonifier les matériaux afin de les rendre conformes à la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », « Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement » ou « Partie III : Coussin granulaire, enrobage, couche anticontaminante et couche filtrante », selon le cas. Il doit alors présenter une nouvelle attestation de conformité qui doit porter sur les matériaux traités.

Le surveillant n'autorise le transport des matériaux qu'après la réception de l'attestation de conformité présentant tous les points décrits et démontrant que les résultats des essais sont conformes.

12.2.2.1.1 Analyses granulométriques

Les analyses granulométriques sont effectuées selon la méthode d'essai LC 21-040 du Ministère, à partir d'un échantillonnage conforme à la méthode d'essai LC 21-010 du Ministère. Le prélèvement des échantillons ainsi que les essais sont effectués selon la cadence minimale de 1 essai par 5000 t de matériau granulaire avec un minimum de 3 essais pour chaque type de matériau, y compris les matériaux recyclés.

Dans le cas de matériaux bruts à la source, pour répondre aux exigences granulométriques, tous les résultats individuels doivent être conformes aux exigences de la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », « Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement », tableau II-1, ou « Partie III : Coussin granulaire, enrobage, couche anticontaminante et couche filtrante », tableau III-1, selon le cas.



12 | Fondations de chaussée

Dans le cas de matériaux traités et mis en réserve, pour répondre aux exigences granulométriques, la moyenne pondérée des résultats doit être conforme aux exigences des matériaux de sous-fondation de chaussée et de la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», tableau II-1, ou «Partie III : Coussin granulaire, enrobage, couche anticontaminante et couche filtrante», tableau III-1, selon le cas.

12.2.2.1.2 *Caractéristiques intrinsèques et complémentaires*

Les caractéristiques intrinsèques et complémentaires sont déterminées suivant les méthodes d'essai et les cadences suivantes :

- l'essai d'usure par attrition déterminé à l'aide de l'appareil Micro-Deval sur le gros granulat ou sur le granulat fin selon les méthodes d'essai LC 21-070 et LC 21-101 du Ministère. Ces essais sont effectués à raison de 1 essai par 40000t de matériau granulaire et 1 essai par 10000t de matières granulaires résiduelles, y compris de matériaux recyclés, avec un minimum de 2 essais pour chaque type de matériau;
- l'essai au bleu de méthylène, lorsque requis, selon la méthode d'essai LC 21-255 du Ministère, à raison de 1 essai par 5000t de matériau granulaire, avec un minimum de 3 essais pour chaque type de matériau;
- les essais du tableau 3 de la norme BNQ 2560-600 «Granulats – Matériaux recyclés fabriqués à partir de béton, d'enrobés bitumineux et de briques – Classification et caractéristiques» lorsqu'ils s'appliquent, à raison de 1 essai par 10000t de matériau, et au minimum 2 essais par type d'essai et pour chacun des matériaux recyclés;
- les autres essais visant à déterminer les autres caractéristiques exigées selon le type et la provenance des granulats avec un minimum de 1 essai par type d'essai et pour chaque type de matériau, y compris les matériaux recyclés. L'essai de résistance à l'abrasion déterminé à l'aide de l'appareil Los Angeles est effectué selon la méthode LC 21-400 du Ministère, lorsque plus de 15 % du matériau est retenu sur le tamis de 5 mm.

Pour répondre aux exigences des caractéristiques intrinsèques, tous les résultats de matériaux granulaires bruts à la source, y compris les

matériaux recyclés, ou d'une même réserve doivent répondre aux exigences indiquées à la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», tableau II-3, ou «Partie III : Coussin granulaire, enrobage, couche anticontaminante et couche filtrante», tableau III-2, selon le cas.

Pour répondre aux exigences des caractéristiques complémentaires, tous les résultats de matériaux granulaires bruts à la source ou d'une même réserve doivent répondre aux exigences indiquées à la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», tableau II-4, ou «Partie III : Coussin granulaire, enrobage, couche anticontaminante et couche filtrante», tableau III-3, selon le cas.

Pour répondre aux exigences des caractéristiques complémentaires, tous les résultats d'une même réserve de matériaux recyclés doivent être inférieurs aux valeurs indiquées au tableau 3 de la norme BNQ 2560-600 «Granulats – Matériaux recyclés fabriqués à partir de béton, d'enrobés bitumineux et de briques – Classification et caractéristiques».

12.2.2.1.3 *Composition d'un matériau recyclé*

La composition d'un matériau recyclé et le type de MR sont déterminés selon la méthode d'essai LC 21-901 du Ministère ou, avec l'accord du surveillant, selon la méthode LC 26-100 du Ministère. Le prélèvement des échantillons ainsi que les essais sont effectués selon la cadence minimale suivante :

- un essai par 5000t (2500m³), avec un essai minimum par jour de production;
- trois essais minimum.

Le type de MR est établi en fonction des valeurs spécifiées au tableau 1 ou au tableau 2, selon le cas, de la norme BNQ 2560-600 «Granulats – Matériaux recyclés fabriqués à partir de béton, d'enrobés bitumineux et de briques – Classification et caractéristiques». Pour qu'une réserve de matériaux recyclés puisse être classée comme un matériau recyclé d'un type MR donné, les résultats de la méthode d'essai LC 21-901 du Ministère pour chacun des échantillons individuels doivent être conformes aux valeurs spécifiées pour ce type de MR.

Lorsque la méthode LC 26-100 est utilisée, pour qu'une réserve de matériaux recyclés puisse être classée comme un matériau recyclé d'un type MR donné, les résultats de chacun des échantillons individuels doivent être compris à



12 | Fondations de chaussée

l'intérieur des mêmes valeurs limites individuelles du tableau 2 de la norme BNQ 2560-600 « Granulats – Matériaux recyclés fabriqués à partir de béton, d'enrobés bitumineux et de briques – Classification et caractéristiques » et la moyenne des résultats doit être comprise à l'intérieur des limites des teneurs en bitume moyennes du même type de MR que chaque valeur individuelle.

12.2.2.1.4 Exigences environnementales des matières granulaires résiduelles

L'attestation de la catégorie des matériaux des matières granulaires résiduelles (MGR) contenant les renseignements exigés par le RVMR doit être remise au Ministère.

Le Ministère se réserve le droit d'exiger que l'étude de caractérisation environnementale lui soit remise lorsqu'elle est requise en vertu du RVMR ou des *Lignes directrices relatives à la valorisation des résidus de béton, de brique, d'enrobé bitumineux, du secteur de la pierre de taille et de la pierre concassée résiduelle* du MELCCFP. Si l'étude est incomplète ou si le matériau semble non conforme au RVMR, une caractérisation environnementale supplémentaire peut être exigée.

Lorsque la caractérisation des MGR n'est pas requise en vertu du RVMR, l'entrepreneur doit démontrer au Ministère la provenance des matériaux en fournissant un registre au moins 3 jours avant la première livraison, qui inclut, notamment, l'information suivante :

- la municipalité, le nom de la route, de la rue ou de l'autoroute, le chaînage, le numéro de l'ouvrage d'art ainsi que le numéro de contrat du Ministère d'où proviennent les matériaux, s'ils proviennent d'une infrastructure du Ministère;
- l'adresse municipale d'où proviennent les matériaux lorsqu'il s'agit d'une infrastructure autre que celles exploitées par le Ministère;
- une énumération sommaire des constituants du matériau;
- le tonnage ou le volume en mètres cubes par camion;
- le nom de l'entrepreneur responsable du chantier ou du lieu de stockage d'où proviennent les matériaux;
- le nom du transporteur des matériaux;
- le numéro de la réserve où sont entreposés les matériaux et le lieu de stockage, si applicable.

Cependant, le registre n'est pas requis lorsque les matières granulaires résiduelles proviennent d'infrastructures routières du Ministère récupérées dans le cadre d'un même contrat.

Lorsqu'une caractérisation environnementale des MGR est exigée par le Ministère, l'échantillonnage doit être réalisé à la cadence minimale prescrite par le RVMR. Chaque type de MGR composant un matériau recyclé doit être caractérisé séparément. Les analyses de laboratoire doivent être réalisées en respectant les dispositions des méthodes d'analyses requises par le RVMR.

Tous les résultats obtenus doivent être comparés aux normes applicables des annexes du RVMR. La catégorie de chaque type de MGR caractérisé doit être déterminée selon les dispositions du tableau de l'article 26 du RVMR. La catégorie globale d'un matériau recyclé correspond à la catégorie la plus restrictive des MGR qui le composent.

12.2.3 MISE EN ŒUVRE

12.2.3.1 Mise en réserve des matériaux de sous-fondation

Dans le cas où les matériaux de sous-fondation sont traités (concassage, lavage, ajout, tamisage) ou proviennent de déblais ou de matériaux recyclés, ils doivent être mis en réserve conformément aux dispositions de l'article sur la mise en réserve des matériaux de fondation. Également, tous les travaux nécessaires pour corriger ou traiter les matériaux doivent être faits en réserve. Les matériaux de réserves différentes doivent être déposés de façon à éviter le mélange des réserves.

Avec l'accord du surveillant, la mise en réserve des matériaux n'est pas requise lorsque les matériaux recyclés sont produits par retraitement en place de la chaussée réalisé dans le cadre d'un même contrat. Dans ce cas, une attestation de conformité doit être fournie au surveillant au moins 3 jours avant l'utilisation de ces matériaux. L'attestation doit porter sur les matériaux décochés sur la chaussée ou mis en andains après nivellement qui font ainsi office de réserves. L'attestation de conformité doit respecter les exigences et les cadences de l'assurance de la qualité des matériaux de sous-fondation. L'échantillonnage doit être réalisé sur la chaussée ou sur les andains, et ce, par lots de 5000 tonnes au maximum.

12.2.3.2 Mise en place des matériaux de sous-fondation

Les matériaux de sous-fondation sont épandus par couches d'épaisseur uniforme n'excédant pas 300 mm sur l'infrastructure. Cependant, les matériaux classifiés SP selon la norme 1101 du Ministère peuvent être épandus par couches d'épaisseur uniforme n'excédant pas 600 mm.

12 | Fondations de chaussée

Pour une section de route donnée, lorsque des matériaux recyclés sont utilisés, chacune des couches formant la sous-fondation doit, sur toute la largeur de la chaussée, être constituée de matériaux recyclés de même type de MR, et ce, sur une longueur minimale de 300 m. Au-delà de cette longueur de 300 m, lors d'un changement de type de MR, un raccordement longitudinal doit être aménagé au contact des deux matériaux selon une pente uniforme de 1V:10H, et ce, sur toute la largeur de la chaussée, quel que soit le nombre de voies.

Pour tout autre matériau de sous-fondation qu'un matériau recyclé, ce raccordement longitudinal, sans égard à la longueur minimale de 300 m, peut aussi être exigé du surveillant s'il constate un changement significatif de sa composition.

Pour un matériau recyclé, les impuretés, telles qu'elles sont définies à l'article 3 « Définitions » de la norme BNQ 2560-600 « Granulats – Matériaux recyclés fabriqués à partir de béton, d'enrobés bitumineux et de briques – Classification et caractéristiques » et dont la dimension est supérieure à 112 mm, doivent être enlevées et mises au rebut conformément aux exigences de l'article portant sur les rebuts de la section « Terrassements ».

La teneur en eau minimale des matériaux à compacter est établie en fonction du tableau suivant.

Matériau	Teneur en eau minimale avant compactage ⁽¹⁾
MG 56	4,0 %
MG 80	3,0 %
MG 112 (passant 5 mm < 50 %)	5,0 %
MG 112 (passant 5 mm ≥ 50 %)	7,0 %

1. La teneur en eau est ajustée selon la granulométrie du matériau de sous-fondation et est mesurée selon la méthode d'essai CAN/BNQ 2501-170 « Sols – Détermination de la teneur en eau ».

Avant la pose des fondations, la surface de la sous-fondation doit être libre d'ornières et d'autres dépressions, et tout écart de plus de 20 mm par rapport au niveau requis doit être corrigé. De plus, l'entrepreneur doit prévoir une pente transversale minimale sur la plate-forme permettant l'écoulement des eaux vers les fossés latéraux.

L'entrepreneur doit prendre toutes les précautions nécessaires pour que les matériaux demeurent conformes lors des travaux, et ce, jusqu'à la réception des travaux relatifs.

12.2.3 Compacité en chantier des matériaux de sous-fondation

Le Ministère vérifie la compacité de chaque couche à l'aide d'un nucléodensimètre selon la méthode LC 22-003 du Ministère. Le facteur de correction (facteur K) utilisé pour corriger la teneur en eau mesurée de chaque type de matériau, y compris les matériaux recyclés, est déterminé selon la méthode LC 22-002 du Ministère. Le nucléodensimètre utilisé est étalonné au moins une fois par année selon la procédure définie dans la norme ASTM D6938 « Standard Test Method for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth) ».

Les matériaux provenant de sablières doivent être densifiés au minimum à 90,0 % de la masse volumique sèche maximale selon l'essai CAN/BNQ 2501-255 « Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée (2700 kN•m/m³) », à l'exception des 150 derniers millimètres sous la ligne de sous-fondation, qui doivent être densifiés au minimum à 95,0 %. Les matériaux concassés provenant d'une carrière, de déblais de première classe ou de matériaux recyclés doivent être densifiés à la masse volumique sèche maximale établie à l'aide d'une planche de référence répondant aux exigences indiquées à l'article portant sur la mise en œuvre de la fondation de chaussée.

Pour les matériaux de sous-fondation (de type MG) provenant d'une sablière, dans les cas où l'essai CAN/BNQ 2501-255 « Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée (2700 kN•m/m³) » ne peut pas être effectué en raison d'un pourcentage de 45 % ou plus de particules sur le tamis de 20 mm, les matériaux doivent être densifiés à la masse volumique sèche maximale établie à l'aide d'une planche de référence répondant aux exigences indiquées à l'article portant sur la mise en œuvre de la fondation de chaussée.

12.2.4 CONTRÔLE DE RÉCEPTION

Le contrôle de réception est effectué par le Ministère après la mise en œuvre complète de chacun des lots de matériaux de sous-fondation, y compris les matériaux recyclés.



12 | Fondations de chaussée

La conformité de la granulométrie des matériaux de sous-fondation, de la compacité et du type de MR, lorsqu'applicable, est basée sur l'évaluation par lot. Un lot représente un seul type de matériau granulaire homogène et une surface d'environ 7500 m² par couche compactée. Si plus d'une source est utilisée, chacune fait l'objet de lots distincts. À la fin du contrat, toute surface inférieure à 1500 m² est incorporée au lot précédent. Les limites des lots sont déterminées par le Ministère avant le début des travaux de sous-fondation, selon la séquence préalablement présentée par l'entrepreneur pour ces travaux.

Le contrôle de la granulométrie, de la compacité et du type de MR est réalisé en 3 points localisés de façon aléatoire et représentant 3 sections de superficie égale pour un lot. Les prélèvements des échantillons pour le contrôle de la granulométrie et du type de MR sont effectués conformément à la méthode d'essai LC 21-010 du Ministère.

En présence du surveillant, l'entrepreneur peut faire prélever par un laboratoire enregistré des échantillons témoins, composés de 6 prélèvements aléatoires représentant 6 sections de superficie égale pour un lot, les sceller et les utiliser au moment de l'exercice du droit de recours.

Si la surface du contrat est inférieure à 7500 m², au minimum un lot est formé, pour lequel 3 prélèvements sont effectués pour le contrôle de la granulométrie et pour lequel au minimum 3 points sont déterminés pour le contrôle de la compacité.

L'entrepreneur doit prendre toutes les précautions pour que les matériaux demeurent conformes lors de ses travaux et après compactage, jusqu'à la réception des travaux de sous-fondation.

Un lot est jugé conforme :

- lorsque la moyenne des 3 résultats granulométriques (ou des 6 résultats s'il y a eu exercice d'un droit de recours de l'entrepreneur) est conforme aux exigences relatives aux matériaux de sous-fondation de chaussée, selon le cas;
- lorsque, sauf pour les matériaux servant de couche anticontaminante ou filtrante, l'exigence portant sur l'écart de variabilité au tamis de 80 µm est respectée;
- lorsque, sauf pour les matériaux servant de couche anticontaminante ou filtrante, il n'y a pas de rejet d'un échantillon individuel;
- lorsque tous les résultats individuels de compacité sont conformes aux exigences de mise en œuvre;

- si la méthode LC 21-901 du Ministère a été utilisée, lorsque tous les résultats individuels de détermination du type de matériau recyclé donnent le même type de MR que celui figurant à l'attestation de conformité ayant été préalablement vérifiée et jugée conforme par le Ministère;
- si la méthode LC 26-100 du Ministère a été utilisée, lorsque la moyenne et les valeurs individuelles des résultats de détermination du type de MR respectent les exigences du tableau de l'article portant sur la composition d'un matériau recyclé et donnent le même type de MR que celui figurant à l'attestation de conformité ayant été préalablement vérifiée et jugée conforme par le Ministère.

12.2.4.1 Écart de variabilité

L'écart de variabilité est l'écart entre le plus haut et le plus bas résultat granulométrique d'un lot au tamis de 80 µm. Si cet écart excède 6,0 %, il y a une révision du prix unitaire. Si l'écart excède 8,0 %, la valeur est ramenée à 8,0 %.

Il n'y a pas de révision du prix unitaire pour la variabilité lorsque tous les résultats granulométriques d'un lot au tamis de 80 µm respectent les exigences du contrôle de réception.

12.2.4.2 Rejet d'un lot

Un lot est rejeté sur la base des résultats granulométriques lorsque la différence entre la moyenne des 3 résultats granulométriques (ou des 6 résultats s'il y a eu exercice d'un droit de recours de l'entrepreneur) et les valeurs spécifiées dans la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », « Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement » excède au moins un des écarts critiques (E_c) définis ci-après :

$E_c = -5 \%$, pour la spécification au tamis de 112 mm;

$E_c = +1,0 \%$, pour la spécification supérieure au tamis de 80 µm.

Dans ce cas, l'entrepreneur enlève et remplace à ses frais le matériau granulaire compris dans le lot rejeté.

12.2.4.3 Rejet d'un échantillon individuel

Lorsqu'une ou plusieurs des conditions suivantes sont respectées par un échantillon individuel d'un lot, la section représentée pour un échantillon est rejetée :

- lorsque le pourcentage passant au tamis de 80 µm d'un échantillon individuel d'un lot est égal ou supérieur à 12,0 %;

12 | Fondations de chaussée

- lorsque le type de matériau recyclé est MR-6 ou MR-7 (si la détermination du type de matériau recyclé a été effectuée à l'aide de la méthode d'essai LC 21–901 du Ministère);
- lorsque la valeur de la teneur en bitume est supérieure à la valeur maximale de 2,75 % du tableau de l'article «Composition d'un matériau recyclé» de la présente section (si la détermination du type de matériau recyclé a été effectuée à l'aide de la méthode d'essai LC 26–100 du Ministère).

L'entrepreneur doit alors enlever et remplacer entièrement les matériaux de cette section ou utiliser la procédure de recours présentée à l'article portant sur le recours de l'entrepreneur. Dans ce cas, l'entrepreneur fait prélever de façon aléatoire, dans cette section, 2 nouveaux échantillons sur lesquels les essais granulométriques ou la détermination du type de matériau recyclé sont effectués.

Si la moyenne des 2 échantillons est inférieure à 12,0 % passant au tamis de 80 µm, la moyenne de ces 2 résultats est utilisée pour remplacer la valeur de l'échantillon rejeté dans le lot. Si la moyenne des 2 échantillons est toujours supérieure ou égale à 12,0 % passant au tamis de 80 µm, l'entrepreneur enlève et remplace entièrement le matériau de cette section.

Pour la détermination du type de matériau recyclé, l'entrepreneur doit utiliser la même méthode que celle utilisée lors du contrôle de réception :

- lorsque la méthode LC 21–901 du Ministère a été utilisée, si l'un des deux échantillons de matériau recyclé est de type MR-6 ou MR-7, l'entrepreneur enlève et remplace entièrement le matériau de cette section. Un nouvel échantillon est ensuite prélevé de façon aléatoire et analysé par le Ministère pour constituer le lot;
- lorsque la méthode LC 26–100 du Ministère a été utilisée, si l'un des deux échantillons de matériau recyclé présente une valeur de teneur en bitume supérieure à la valeur maximale de 2,75 % du tableau de l'article «Composition d'un matériau recyclé» de la présente section, l'entrepreneur enlève et remplace entièrement le matériau de cette section. Un nouvel échantillon est ensuite prélevé de façon aléatoire et analysé par le Ministère pour constituer le lot.

12.2.4.4 Recours de l'entrepreneur

Lorsqu'un lot n'est pas conforme aux exigences du contrôle de réception concernant la granulométrie ou le type de MR et que l'entrepreneur veut exercer son droit de recours, il doit utiliser les échantillons témoins qu'il a déjà fait prélever. Si de tels échantillons n'ont pas été prélevés, il doit engager un laboratoire enregistré pour prélever de nouveaux échantillons de façon aléatoire et les sceller en présence du surveillant. L'effectif total du lot repris est de 6 échantillons localisés de façon aléatoire et ces nouveaux résultats servent au calcul définitif de la moyenne du lot. Les nouveaux essais doivent être effectués par un laboratoire indépendant. La prise de nouveaux échantillons de même que la réalisation des essais granulométriques ou la détermination du type de MR réalisée selon la méthode utilisée lors du contrôle de réception doivent être effectuées durant les heures et les jours ouvrables du Ministère et en présence du surveillant.

L'entrepreneur doit présenter au Ministère la table de hasard pour la détermination des emplacements des prélèvements au moins 24 heures avant son droit de recours. Tout commentaire portant sur des méthodes jugées incorrectes doit être signifié sur-le-champ, et toute opinion divergente doit être portée à l'attention du surveillant par écrit.

Les nouveaux essais doivent être réalisés par le laboratoire indépendant dans les 7 jours suivant la date de réception des résultats originaux du Ministère.

Une copie officielle des résultats des essais et des manuscrits contresignés est remise au surveillant immédiatement à la fin des essais.

La conformité est à nouveau évaluée par le surveillant et le prix révisé est établi, s'il y a lieu, avec les résultats des nouveaux essais. Les nouveaux résultats remplacent en totalité les résultats initiaux; ils deviennent donc officiels et la procédure de recours prend fin.

Le coût des prélèvements additionnels est assumé par l'entrepreneur. L'analyse granulométrique ou la détermination du type de MR sont payées par l'entrepreneur, à moins que la valeur moyenne calculée à partir de l'ensemble des nouveaux résultats du lot indique que le lot satisfait complètement aux exigences de la norme BNQ 2560–114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement» ou «Partie III : Coussin granulaire, enrobage, couche anticontaminante

12 | Fondations de chaussée

et couche filtrante» ou du type de MR utilisé. Dans ce cas, le Ministère rembourse le coût des essais au taux en vigueur au Ministère.

L'entrepreneur qui applique un abat-poussière différent de l'eau avant la réception des résultats granulométriques des matériaux de sous-fondation renonce à son droit de recours, à moins que les échantillons prévus au présent article soient prélevés et scellés avant l'application de cet abat-poussière, selon la procédure définie au présent article.

L'entrepreneur qui recouvre en tout ou en partie le matériau granulaire d'un lot avec un matériau servant à un autre usage avant la réception des résultats granulométriques ou les résultats du type de MR du lot concerné renonce à son droit de recours, à moins que les échantillons prévus au présent article soient prélevés et scellés avant le recouvrement du matériau granulaire du lot concerné, selon la procédure définie au présent article.

12.2.5 MODE DE PAIEMENT

Les matériaux, y compris les matériaux recyclés, pour la sous-fondation de chaussée sont payés à la tonne ou au mètre cube. Le prix couvre la fourniture des matériaux, le concassage, le chargement, le pesage, le transport, l'épandage, la réalisation de la planche de référence, si cela est requis, le compactage, et il inclut toute dépense incidente. La caractérisation environnementale, l'enlèvement et la mise au rebut des impuretés sont inclus dans le prix unitaire des matériaux recyclés en plus des éléments précédents.

Le volume des matériaux payés au mètre cube est calculé par la méthode de la moyenne des aires selon les dimensions théoriques de la couche de sous-fondation.

12.2.5.1 Calcul du prix unitaire révisé d'un lot

La révision du prix unitaire s'applique dans au moins un des cas suivants :

- l'écart de variabilité excède l'exigence permise;
- la moyenne des 3 résultats granulométriques (ou des 6 résultats s'il y a eu exercice d'un droit de recours de l'entrepreneur) d'un lot excède la spécification au tamis de 112 mm, tout en étant inférieure ou égale à l'écart critique défini pour ce tamis;
- la moyenne des 3 résultats granulométriques (ou des 6 résultats s'il y a eu exercice d'un droit de recours de l'entrepreneur) d'un lot

excède la spécification supérieure au tamis de 80 µm, tout en étant inférieure ou égale à l'écart critique défini pour ce tamis.

Les résultats conformes ne sont pas pris en compte lors de cette révision.

L'entrepreneur enlève et remplace à ses frais le matériau granulaire compris dans un lot non conforme ou accepte que le prix unitaire soit révisé selon la formule suivante :

$$PR = (1 - F_c (\text{total du lot})) \times PU$$

où

PR : prix unitaire révisé

F_c : facteur de correction

PU : prix unitaire au bordereau

et

$$F_c (\text{total du lot}) = F_c (112 \text{ mm}) + F_c (80 \mu\text{m}) + F_c (\text{variabilité})$$

où

$$F_c (112 \text{ mm}) = 3 (100 - m) / 100$$

$$F_c (80 \mu\text{m}) = 45 (m - 10,0) / 100$$

$$F_c (\text{variabilité}) = 10 (y - 6,0) / 100 \text{ (la valeur maximale considérée est égale à } 0,20)$$

où

m : moyenne du lot (pourcentage passant)

y : (% passant 80 µm maximal) –
(% passant 80 µm minimal)

La retenue pour un matériau granulaire non conforme est obtenue en multipliant (PU – PR) par les quantités affectées. La retenue ne peut toutefois pas être supérieure au montant obtenu en multipliant le prix unitaire au bordereau par les quantités affectées.

12.3 FONDATION DE CHAUSSÉE

12.3.1 MATÉRIAUX

Les matériaux granulaires doivent être conformes aux exigences de la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», et ce, après la mise en œuvre du matériau granulaire.

12 | Fondations de chaussée

Cependant, la granulométrie des matériaux granulaires en réserve de type MG 20 utilisés en fondation de chaussée doit être conforme aux spécifications suivantes :

Tamais	% passant
31,5 mm	100
20 mm	90 – 100
14 mm	68 – 93
5 mm	35 – 55
1,25 mm	15 – 38
315 µm	5 – 17
80 µm	2,0 – 5,0

La fondation est construite selon les exigences des plans et devis, au moyen de matériaux granulaires provenant d'une sablière, d'une carrière ou de déblais de première classe.

Dans le cas d'une couche de transition sur roc brisé, le matériau de transition doit être un matériau granulaire de type MG 56. Le MG 56 peut être remplacé par un MG 20 si un géotextile de grade S1-F2 est placé entre le roc brisé et le matériau granulaire.

Dans le cas d'une couche de roulement d'une route non revêtue, le matériau granulaire doit être de type MG 20b.

Les matériaux de transition et de couche de roulement granulaire doivent répondre aux mêmes exigences d'assurance de la qualité, de mise en œuvre, de contrôle de réception après la mise en œuvre et de mode de paiement que le matériau de fondation. Dans le cas de l'utilisation d'un géotextile, ce dernier doit répondre aux exigences d'assurance de la qualité des géotextiles de la présente section.

Les matériaux granulaires doivent, dès leur mise en réserve et jusqu'à leur mise en œuvre, être exempts de matières végétales, métalliques ou d'autres matières indésirables.

12.3.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

12.3.2.1 Matériaux de fondation à la source

L'entrepreneur doit s'assurer de la qualité des matériaux bruts dans la sablière ou la carrière.

12.3.2.2 Attestation de conformité

12.3.2.2.1 Matériaux de fondation en réserve

L'entrepreneur doit remettre au surveillant au moins 7 jours avant la première livraison une attestation de conformité pour chaque réserve

de matériau granulaire concassé. Elle atteste que les matériaux en réserve sont conformes aux exigences des plans et devis. Si les matériaux sont traités (lavage, ajout, tamisage), l'attestation de conformité doit porter sur les matériaux traités et homogénéisés.

L'attestation de conformité est valide pour une durée de 3 ans à partir de la date d'échantillonnage du matériau.

Les essais de contrôle des caractéristiques intrinsèques de fabrication et complémentaires doivent être réalisés par un laboratoire enregistré ou par un fabricant détenant un certificat d'enregistrement conforme à la norme ISO 9001 dont la portée couvre la fabrication de matériaux granulaires. Les résultats complets des analyses granulométriques des matériaux en réserve doivent être réalisés par un laboratoire reconnu.

Lorsque cela est requis, l'attestation de conformité doit également inclure les résultats de la planche de référence réalisée pour démontrer que les stipulations après mise en œuvre et compactage des matériaux granulaires sont respectées.

Toute production de matériaux subséquente à la délivrance de l'attestation de conformité doit faire l'objet d'une autre réserve et d'une nouvelle attestation de conformité.

La réserve minimale est de 5000 t (2500 m³) ou égale à la production totale de ce matériau granulaire, si celle-ci est inférieure à ce tonnage. Un supplément de 1000 t (500 m³) peut être ajouté à la dernière réserve du contrat.

L'attestation de conformité doit comprendre l'information suivante :

- le nom du laboratoire enregistré ou du laboratoire du fabricant certifié ISO 9001 – Fabrication de matériaux granulaires ayant procédé à l'échantillonnage, selon la méthode d'essai LC 21-010 du Ministère, et aux essais;
- si ce n'est pas le même laboratoire, le nom du laboratoire reconnu ayant procédé aux analyses granulométriques;
- les résultats complets des analyses granulométriques des matériaux en réserve, selon la cadence spécifiée;
- les résultats des essais de contrôle des caractéristiques intrinsèques, de fabrication et complémentaires, selon la cadence spécifiée;
- s'il y a traitement des matériaux, l'entrepreneur doit préciser la proportion des matériaux d'ajout ainsi que la méthode de traitement qu'il a utilisée;

12 | Fondations de chaussée

- pour un échantillonnage dans la réserve, les coordonnées GPS ou un croquis montrant l'emplacement de la réserve ainsi que l'emplacement de chaque échantillon;
- pour un échantillonnage à partir d'une bande transporteuse nécessitant l'arrêt de cette dernière, les coordonnées GPS ou un croquis montrant l'emplacement de la réserve ainsi que les emplacements probables, dans la réserve, où serait situé chaque échantillon prélevé;
- pour un échantillonnage à la sortie d'une trémie ou à l'extrémité d'une bande transporteuse ne nécessitant pas l'arrêt de cette dernière, les coordonnées GPS ou un croquis montrant l'emplacement de la réserve ainsi que les emplacements probables, dans la réserve, où serait situé chaque échantillon prélevé;
- le tonnage de la réserve;
- une inscription ou un croquis démontrant la conformité de la réserve aux exigences de mise en réserve.

Le surveillant n'autorise le transport de matériaux qu'après la réception de l'attestation de conformité présentant tous les points décrits et démontrant que les résultats des essais respectent les exigences.

12.3.2.2.2 Analyses granulométriques des matériaux en réserve

Les matériaux granulaires utilisés pour la fondation doivent être concassés spécifiquement pour le contrat ou provenir d'une réserve contrôlée selon les mêmes critères. L'entrepreneur doit réaliser, à ses frais, un programme d'essais granulométriques selon la méthode d'essai LC 21-040 du Ministère, à partir d'un échantillonnage effectué selon la méthode d'essai LC 21-010 du Ministère. Le prélèvement des échantillons ainsi que les essais sont effectués selon la cadence minimale suivante :

- deux essais initiaux;
- un essai par équipe de travail, par jour de production, si la production journalière est inférieure à 5000 t (2500 m³);
- un essai supplémentaire par équipe de travail, par tranche de 5000 t (2500 m³), si la production journalière est supérieure à 5000 t (2500 m³).

Pour répondre aux exigences granulométriques, la moyenne pondérée des résultats de matériaux granulaires d'une même réserve doit être conforme aux exigences prévues pour les matériaux de fondation de chaussée.

Si les exigences granulométriques des matériaux en réserve (moyenne pondérée des résultats

d'essais) ne sont pas respectées, l'entrepreneur doit démontrer à l'aide d'une planche de référence que les exigences après mise en œuvre et compactage seront satisfaites.

Une fois la planche de référence construite et les matériaux densifiés selon les exigences des articles concernant la compacité en chantier d'un matériau de fondation, le laboratoire enregistré retenu par l'entrepreneur effectue 3 prélèvements aléatoires et fait l'analyse granulométrique de chacun. La moyenne des résultats de ces analyses granulométriques doit être conforme à la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », « Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement » après la mise en œuvre complète du matériau de fondation.

Si les exigences granulométriques des matériaux en réserve (moyenne pondérée des résultats d'essais) ne sont pas satisfaites, l'entrepreneur peut aussi présenter par écrit au Ministère le détail des mesures proposées pour rendre ces matériaux conformes et homogènes. Il effectue un nouvel échantillonnage et de nouveaux essais selon les exigences pour les analyses granulométriques des matériaux en réserve. Les résultats doivent figurer sur l'attestation de conformité.

12.3.2.2.3 Caractéristiques intrinsèques et de fabrication et caractéristiques complémentaires

Les caractéristiques intrinsèques et de fabrication et les caractéristiques complémentaires sont déterminées suivant les méthodes d'essai et les cadences suivantes :

- l'essai d'usure par attrition déterminée à l'aide de l'appareil Micro-Deval selon la méthode d'essai LC 21-070 du Ministère, à raison d'un essai par 10 000 t de matériau granulaire avec au minimum 2 essais pour chaque type de matériau;
- l'essai de résistance à l'abrasion déterminée à l'aide de l'appareil Los Angeles selon la méthode d'essai LC 21-400 du Ministère, à raison d'un essai par 40 000 t de matériaux granulaires avec au minimum 2 essais pour chaque type de matériau;
- l'essai au bleu de méthylène, lorsque requis, déterminé selon la méthode d'essai LC 21-255 du Ministère, à raison d'un essai par 5000 t (2500 m³) de matériau granulaire avec au minimum 3 essais pour chaque type de matériau;
- les autres essais visant à déterminer les caractéristiques énoncées à la norme BNQ 2560-114



12 | Fondations de chaussée

«Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», à raison d'au moins un essai par type d'essai et pour chaque type de matériau.

Pour répondre aux exigences sur les caractéristiques intrinsèques et de fabrication, tous les résultats individuels d'une même réserve de matériau granulaire doivent répondre aux exigences indiquées à la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», tableau II-2.

Pour répondre aux exigences sur les caractéristiques complémentaires, tous les résultats individuels d'une même réserve de matériaux granulaires d'une sablière doivent répondre aux exigences indiquées à la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», tableau II-4.

12.3.2.2.4 *Matériaux de fondation lors de la réalisation d'une planche de référence*

Si l'entrepreneur doit démontrer que les stipulations après mise en œuvre et compactage seront satisfaites, il doit joindre à l'attestation de conformité décrite précédemment les résultats des analyses granulométriques des matériaux de la ou des planches de référence réalisées selon la méthode LC 22-001 du Ministère.

12.3.3 MISE EN ŒUVRE

12.3.3.1 Mise en réserve des matériaux de fondation

Les matériaux de fondation doivent être mis en réserve après concassage pour être contrôlés. Si les matériaux sont traités (lavage, ajout, tamisage), ceux-ci doivent être homogénéisés avant de constituer la réserve.

Les dépôts sont localisés sur des emplacements qui ont été nivelés, drainés et nettoyés de toute matière contaminante. Dans chaque couche, les matériaux sont déposés tas contre tas dont la hauteur n'excède pas 2 m. Ces tas sont nivelés pour former une couche n'excédant pas 1,2 m de hauteur. Elle peut être portée par la suite, au moyen d'une chargeuse, jusqu'à 3 m de haut non nivelés. La périphérie de chaque couche se situe à 1 m à l'intérieur de la périphérie de la couche sous-jacente. Toute couche qui n'est pas conforme aux exigences granulométriques doit être corrigée avant le dépôt de la couche suivante.

Lorsque la mise en réserve des matériaux de fondation est réalisée à l'aide d'un convoyeur portable télescopique de mise en réserve radiale, la hauteur de chaque niveau ne doit pas excéder 1,2 m, et ce nouveau palier doit se situer à l'intérieur du niveau sous-jacent.

Les matériaux de réserves différentes doivent être déposés de façon à éviter le mélange des réserves.

12.3.3.2 Mise en place des matériaux de fondation

L'entrepreneur a la responsabilité de fournir des matériaux conformes aux exigences après leur mise en œuvre complète sur le chantier. Il doit, en conséquence, maintenir à ses frais un système de contrôle interne approprié. Il doit tenir compte, dans ses travaux de mise en œuvre, de la dégradation potentielle des matériaux attribuable au matériel de chantier et à la circulation des véhicules.

Si le maintien de la circulation sur les matériaux de fondation est exigé, une couche supplémentaire de 50 mm est épandue sur les épaisseurs prévues aux plans et devis. Cette couche supplémentaire doit être enlevée avant le contrôle de réception de la surface granulaire.

Les matériaux de fondation sont épandus par couches uniformes d'une épaisseur maximale de 300 mm. Au fur et à mesure du déversement des matériaux, la surface est nivelée, humectée ou asséchée, si nécessaire, en vue d'obtenir la teneur en eau optimale selon la norme CAN/BNQ 2501-255 «Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée (2700 kN • m/m³)». La couche de matériaux est ensuite densifiée.

Le compactage doit être exécuté selon les exigences de la compacité en chantier. Après compactage, tout écart de plus de 10 mm des profils en long et en travers pour la fondation doit être corrigé.

Dans le cas où la fabrication et la pose de l'enrobé font partie du contrat, l'entrepreneur doit considérer que la mise en œuvre de la fondation et la préparation de la surface granulaire avant la pose du revêtement sont deux ouvrages distincts.

12.3.3.3 Compacité en chantier des matériaux de fondation constitués de matériaux granulaires provenant d'une sablière

Les matériaux de fondation constitués de matériaux granulaires concassés provenant d'une sablière doivent être densifiés à un minimum de 98,0 % de la masse volumique sèche maximale (CAN/BNQ 2501-255 «Sols – Détermination de la

12 | Fondations de chaussée

relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée ($2700 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}^3$)). Le Ministère vérifie la compacité de chaque couche de matériaux de fondation à l'aide du nucléodensimètre selon la méthode LC 22-003 du Ministère. Le facteur de correction (facteur K) utilisé pour corriger la teneur en eau mesurée de chaque type de matériau granulaire de fondation est déterminé selon la méthode LC 22-002 du Ministère. Le nucléodensimètre utilisé est étalonné au moins une fois par année selon la procédure définie dans la norme ASTM D6938 «Standard Test Method for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)».

12.3.3.4 Compacité en chantier des matériaux de fondation constitués de matériaux granulaires concassés provenant d'une carrière ou de déblais de première classe

Les matériaux de fondation constitués de matériaux granulaires concassés provenant d'une carrière ou de déblais de première classe doivent être densifiés à la masse volumique sèche maximale établie à l'aide d'une planche de référence. Le Ministère vérifie la compacité de chaque couche de matériaux de fondation à l'aide du nucléodensimètre selon la méthode LC 22-003 du Ministère. Le facteur de correction (facteur K) utilisé pour corriger la teneur en eau mesurée de chaque type de matériau granulaire de fondation est déterminé selon la méthode LC 22-002 du Ministère. Le nucléodensimètre utilisé est étalonné au moins une fois par année selon la procédure définie dans la norme ASTM D6938 «Standard Test Method for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)».

12.3.3.5 Masse volumique sèche maximale établie à l'aide d'une planche de référence

La masse volumique sèche maximale établie à l'aide d'une planche de référence doit être réalisée selon la méthode d'essai LC 22-001 du Ministère et doit satisfaire aux exigences suivantes :

- la planche de référence doit être construite à partir de matériaux provenant d'une réserve pour laquelle une attestation de conformité a été délivrée;
- la planche de référence doit être construite avant la pose de chaque tranche de 20 000 t de matériaux granulaires et à chaque changement de source d'approvisionnement. Pour

une dernière tranche inférieure à 20 000 t, une planche de référence doit être réalisée si elle est exigée par le surveillant.

Le surveillant peut exiger la reprise de la détermination de la masse volumique sèche maximale dans les cas suivants :

- le matériel de compactage utilisé pour la mise en œuvre des matériaux en chantier ne déploie pas une énergie de compactage équivalant à celle produite par l'engin utilisé pour la confection de la planche de référence;
- la masse volumique sèche obtenue en chantier après le nombre de passages fixé n'est plus celle déterminée par la planche de référence;
- la nature du sol d'infrastructure sur lequel est construite la planche de référence n'est pas représentative de celle du chantier.

12.3.3.6 Confection d'une planche de référence

L'entrepreneur informe le surveillant de l'endroit où il entend réaliser la planche de référence, au moins 4 jours avant la réalisation de la planche. Les mesures de masse volumique et de teneur en eau sont effectuées par le Ministère.

12.3.4 CONTRÔLE DE RÉCEPTION

Le contrôle de réception est effectué par le Ministère après la mise en œuvre complète de chacun des lots de matériaux de fondation.

La conformité de la granulométrie des matériaux de fondation et de la compacité est basée sur l'évaluation par lot. Chaque lot représente un seul type de matériau granulaire homogène et une surface d'environ 7500 m^2 par couche compactée. Si plus d'une source est utilisée, chacune fait l'objet d'un lot distinct. À la fin d'un contrat, toute surface inférieure à 1500 m^2 est incorporée au lot précédent. Les limites des lots sont déterminées par le Ministère avant le début des travaux de fondation, selon la séquence préalablement présentée par l'entrepreneur pour ces travaux.

Lorsque l'entrepreneur modifie les limites des lots d'une telle façon qu'une partie de la surface est exclue du lot au moment de son acceptation, cette partie est considérée comme un nouveau lot. Ce nouveau lot fait l'objet d'une acceptation à la suite du prélèvement et de l'analyse de 3 échantillons, et ce, sans égard à la dimension de la surface.

Le contrôle de la granulométrie et de la compacité est réalisé en 3 points localisés de façon aléatoire et représentant 3 sections de superficie égale pour un lot. Les prélèvements des

12 | Fondations de chaussée

échantillons pour le contrôle de la granulométrie sont effectués conformément à la méthode d'essai LC 21-010 du Ministère.

En présence du surveillant, l'entrepreneur peut faire prélever, par un laboratoire enregistré, des échantillons témoins, composés de 6 prélèvements aléatoires représentant 6 sections de superficie égale pour un lot, les sceller et les utiliser au moment de l'exercice du droit de recours.

La compacité est mesurée comme il est spécifié à l'article traitant de la mise en œuvre des matériaux de fondation.

Si la surface prévue au contrat est inférieure à 7500 m², au minimum un lot constitué de 3 prélèvements doit être formé.

Un lot est jugé conforme lorsque la moyenne des 3 résultats granulométriques (ou des 6 résultats s'il y a eu exercice d'un droit de recours de l'entrepreneur) répond entièrement aux exigences de la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », « Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement », tableau II-1, et que tous les résultats individuels de compacité sont conformes aux exigences de mise en œuvre.

12.3.4.1 Rejet d'un lot

Un lot est rejeté lorsque la différence entre la moyenne des 3 résultats granulométriques (ou des 6 résultats s'il y a eu exercice d'un droit de recours de l'entrepreneur) et les valeurs spécifiées dans la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », « Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement » excède au moins un des écarts critiques (E_c) définis ci-après.

Dans le cas d'un matériau granulaire de type MG 20 ou MG 56 :

- $E_c = -5 \%$, pour la spécification inférieure du tamis de 5 mm;
- $E_c = +5 \%$, pour la spécification supérieure du tamis de 5 mm;
- $E_c = +1,0 \%$, pour la spécification supérieure du tamis de 80 μ m.

Dans le cas d'un matériau granulaire de type MG 20b :

- $E_c = -5 \%$, pour la spécification inférieure du tamis de 5 mm;
- $E_c = +5 \%$, pour la spécification supérieure du tamis de 5 mm;
- $E_c = -1,0 \%$, pour la spécification inférieure du tamis de 80 μ m.

Dans ce cas, l'entrepreneur enlève et remplace à ses frais les matériaux granulaires compris dans le lot rejeté.

12.3.4.2 Recours de l'entrepreneur

Lorsqu'un lot n'est pas conforme aux exigences du contrôle de réception concernant la granulométrie et que l'entrepreneur veut exercer son droit de recours, il doit utiliser les échantillons témoins qu'il a déjà fait prélever. Si de tels échantillons n'ont pas été prélevés, il doit engager un laboratoire enregistré pour prélever de nouveaux échantillons de façon aléatoire et les sceller en présence du surveillant. Les nouveaux essais doivent être effectués par un laboratoire indépendant. Le prélèvement des nouveaux échantillons de même que la réalisation des essais granulométriques doivent être effectués en présence du surveillant durant les heures et les jours ouvrables du Ministère. L'entrepreneur doit présenter au Ministère la table de hasard pour la détermination des emplacements des prélèvements au moins 24 h avant son droit de recours. Les prélèvements additionnels sont aux frais de l'entrepreneur.

Tout commentaire concernant des méthodes jugées incorrectes doit être signifié sur-le-champ, et toute opinion divergente doit être signalée par écrit au surveillant par l'entrepreneur dans les 7 jours suivant la date de réception des résultats originaux du Ministère, sinon l'entrepreneur renonce à son droit de recours. Une copie officielle des résultats des essais et des manuscrits contresignés est remise au surveillant immédiatement à la fin des essais.

Le nombre total de nouveaux prélèvements du lot est de 6. Ils servent au calcul final de la moyenne du lot. La conformité est à nouveau évaluée par le surveillant et le prix révisé est établi, s'il y a lieu, avec les résultats des nouveaux essais. Les nouveaux résultats remplacent en totalité les résultats initiaux; ils deviennent donc officiels et la procédure de recours prend fin.

Le coût des essais granulométriques est aux frais de l'entrepreneur lorsque la valeur moyenne calculée à partir des nouveaux résultats du lot ne répond pas complètement aux exigences. Si, au contraire, les nouveaux résultats sont conformes, les coûts des essais granulométriques sont alors aux frais du Ministère et sont remboursés selon les taux en vigueur au Ministère.

L'entrepreneur qui effectue la pose de l'enrobé ou de tout autre matériau avant la réception des résultats granulométriques de la fondation renonce à son droit de recours, à moins que les échantillons aient été prélevés avant recouvrement, selon la procédure définie au présent article.

12 | Fondations de chaussée

12.3.5 MODE DE PAIEMENT

Les matériaux granulaires utilisés dans la construction de la fondation sont généralement payés au mètre cube, et les quantités sont mesurées par la méthode des aires en prenant comme base les dimensions théoriques de la couche de fondation.

Si les matériaux granulaires sont payés à la tonne, ils sont payés en prenant pour base les coupons de pesée ou les factures du fabricant vérifiées par le surveillant, s'il s'agit d'une carrière commerciale.

Après la mise en forme finale, si des matériaux additionnels sont requis à la suite du tassement du terrain naturel constitué de sols de faible portance (tourbières, argiles molles), ils sont payés au prix du bordereau. Si le mode de paiement est au mètre cube et que les matériaux sont pesés, un facteur de conversion en m³/t, spécifique au matériau, est appliqué.

Le prix unitaire, au mètre cube ou à la tonne, couvre notamment la fabrication et la fourniture de tous les matériaux, le forage, le dynamitage, le concassage, la mise en réserve, la réalisation de la planche de référence, la correction de la granulométrie, le chargement, le pesage, la mise en œuvre ainsi que le compactage, et il inclut toute dépense incidente. Le transport est également inclus en totalité dans le prix unitaire, à moins qu'il fasse l'objet d'articles particuliers au bordereau.

Lorsque le maintien de la circulation sur les matériaux de fondation est exigé, le prix unitaire couvre également toutes les opérations énumérées précédemment pour la pose de la couche supplémentaire de 50 mm. L'enlèvement de la couche supplémentaire de 50 mm est payé au mètre carré et fait l'objet d'un article particulier au bordereau. Le prix couvre notamment la scarification, l'enlèvement et l'élimination des matériaux impropres, la mise en forme ainsi que le compactage, et il inclut toute dépense incidente.

Si la moyenne des 3 résultats granulométriques d'un lot (ou des 6 résultats s'il y a eu exercice d'un droit de recours de l'entrepreneur) excède les exigences pour le tamis de 5 mm ou pour le tamis de 80 µm tout en étant inférieure ou égale aux écarts critiques définis pour ces tamis, l'entrepreneur enlève et remplace à ses frais les matériaux granulaires concassés compris dans ce lot ou accepte que le prix unitaire soit révisé selon la formule suivante :

$$PR = (1 - (F_{c80} + F_{c5})) \times PU$$

Dans le cas d'un matériau granulaire de type MG 20 :

Selon que la moyenne du lot pour le % passant 80 µm est supérieure à 7,0, le facteur de correction F_{c80} se calcule selon la formule suivante :

$$F_{c80} = 0,40 (m - 7,0)$$

Selon que la moyenne du lot pour le % passant 5 mm est supérieure à 60 ou inférieure à 35, le facteur de correction F_{c5} se calcule selon l'une des formules suivantes :

$$F_{c5} = 0,08 (m - 60) \quad \text{ou} \quad F_{c5} = 0,08 (35 - m)$$

Dans le cas d'un matériau granulaire de type MG 56 :

Selon que la moyenne du lot pour le % passant 80 µm est supérieure à 7,0, le facteur de correction F_{c80} se calcule selon la formule suivante :

$$F_{c80} = 0,40 (m - 7,0)$$

Selon que la moyenne du lot pour le % passant 5 mm est supérieure à 50 ou inférieure à 25, le facteur de correction F_{c5} se calcule selon l'une des formules suivantes :

$$F_{c5} = 0,08 (m - 50) \quad \text{ou} \quad F_{c5} = 0,08 (25 - m)$$

Dans le cas d'un matériau granulaire de type MG 20b :

Si la moyenne du lot pour le % passant 80 µm est inférieure à 5,0, le facteur de correction F_{c80} se calcule selon la formule suivante :

$$F_{c80} = 0,40 (5,0 - m)$$

Si la moyenne du lot pour le % passant 5 mm est supérieure à 60 ou inférieure à 35, le facteur de correction F_{c5} se calcule selon l'une des formules suivantes :

$$F_{c5} = 0,08 (m - 60) \quad \text{ou} \quad F_{c5} = 0,08 (35 - m)$$

où

PR : prix unitaire révisé

F_{c80} : facteur de correction pour la caractéristique « passant 80 µm »

F_{c5} : facteur de correction pour la caractéristique « passant 5 mm »

PU : prix unitaire au bordereau

m : moyenne d'un lot (% passant)

12 | Fondations de chaussée

La retenue pour un granulat concassé non conforme est obtenue en multipliant (PU – PR) par les quantités visées.

12.4 TRAITEMENT CONTRE LA POUSSIÈRE

Lorsque les véhicules circulent sur un matériau granulaire et que les conditions atmosphériques causent un excès de poussière nuisible à la circulation et à l'environnement, la surface doit être traitée avec de l'eau ou un abat-poussière.

Le traitement contre la poussière doit aussi être appliqué à proximité des postes de pesée et chemins temporaires, ainsi que sur les routes privées utilisées pour le transport des matériaux d'emprunt.

Le traitement contre la poussière sur les matériaux de fondation doit être réalisé seulement avec de l'eau, jusqu'à la réception des résultats granulométriques confirmant que ces matériaux sont conformes. L'entrepreneur qui applique un traitement contre la poussière différent de l'eau avant la réception des résultats granulométriques des matériaux de fondation renonce à son droit de recours, à moins que les prélèvements soient effectués avant l'application de ce traitement contre la poussière, selon la procédure prévue.

L'application d'un abat-poussière se fait sur une surface nivelée et préparée selon les exigences concernant la surface granulaire.

12.4.1 MATÉRIAUX

12.4.1.1 Abat-poussières

Les produits utilisés comme abat-poussières doivent satisfaire aux exigences de la norme BNQ 2410-300 « Produits utilisés comme abat-poussières pour routes non asphaltées et autres surfaces similaires » et être certifiés par le Bureau de normalisation du Québec.

12.4.1.2 Eau

L'eau employée comme traitement contre la poussière doit être exempte de déchets et de matières organiques.

12.4.2 MISE EN ŒUVRE

L'abat-poussière est épandu uniformément sur la surface à traiter selon les instructions d'épandage du fabricant. Le taux d'épandage doit être régulier, respecté et vérifié par l'entrepreneur. Les taux d'épandage sont généralement de l'ordre de 0,5 kg/m² (équivalent CaCl₂ 77 %) ou de 0,8 litre/m² (équivalent CaCl₂ 35 % poids/poids).

L'eau est appliquée à l'aide d'un distributeur à pression qui ne doit pas endommager la surface de roulement.

12.4.3 MODE DE PAIEMENT

L'épandage des sels chlorurés hygroscopiques solides est mesuré et payé à la tonne ou au kilogramme appliqué et corrigé pour l'humidité en excès. Le prix couvre notamment la fourniture, le transport ainsi que l'application, et il inclut toute dépense incidente. Si l'abat-poussière solide est fourni par le Ministère, le prix couvre le chargement, le transport, la livraison ainsi que l'application, et il inclut toute dépense incidente.

L'épandage des sels chlorurés hygroscopiques en solution est mesuré et payé au mètre cube ou au litre. Le prix couvre notamment la fourniture, le transport ainsi que l'application du produit, et il inclut toute dépense incidente. Si l'abat-poussière en solution est fourni par le Ministère, le prix couvre le chargement, le transport, la livraison ainsi que l'application, et il inclut toute dépense incidente.

Si la concentration du produit déterminée sur des échantillons prélevés sur le chantier est inférieure à celle exigée aux plans et devis, la quantité à payer est corrigée selon la formule « quantité livrée × concentration mesurée / concentration demandée ».

L'application de l'eau est payée au mètre cube ou au litre. Le prix couvre notamment la fourniture de l'eau, le transport ainsi que l'application, et il inclut toute dépense incidente.

12.5 ENTRETIEN DE CHAUSSEE À SURFACE GRANULAIRE

L'entretien d'une chaussée à surface granulaire consiste à maintenir par nivelage le profil, le bombement et le dévers de la chaussée de manière à éliminer les cahots et andains, et à remplir les trous et ornières.

12.5.1 MISE EN ŒUVRE

Les profils longitudinal et transversal avec le bombement et les dévers sont établis par une mise en forme précédée d'une scarification partielle ou complète.

Les travaux de grattage et de mise en forme doivent être exécutés sur toute la largeur de la chaussée au cours de la même journée, tout en respectant les conditions suivantes :

- le profil de la chaussée est maintenu ou rétabli au besoin;

12 | Fondations de chaussée

- aucun andain, aucune ornière ou végétation empêchant l'eau de s'écouler librement vers le fossé n'est laissé en place;
- une attention particulière est portée aux approches des structures et aux passages à niveau, afin d'y ajuster convenablement les profils longitudinal et transversal;
- les joints d'expansion des ponts et des passages à niveau doivent en tout temps être exempts de matériaux granulaires ou autres;
- les cailloux susceptibles de présenter un danger pour la circulation doivent être enlevés et ne doivent pas être rejetés dans les fossés;
- la circulation est maintenue en tout temps.

De plus, il est strictement défendu d'exécuter les travaux en sens contraire de la circulation.

12.5.2 MODE DE PAIEMENT

Lorsque l'ouvrage de grattage et de mise en forme fait l'objet d'un article particulier au bordereau, les travaux sont payés au km • mois selon la classe de route et les exigences des plans et devis. Le prix couvre notamment le grattage, la mise en forme ainsi que l'élimination des rebuts, et il inclut toute dépense incidente.

L'unité de mesure km • mois est définie comme étant un kilomètre de route entretenue pendant un mois. La quantité indiquée au bordereau par classe de route est la somme des kilomètres de route dans la classe indiquée, multipliée par le nombre de mois.

Si le grattage et la mise en forme ne font pas l'objet d'un article particulier au bordereau, l'entrepreneur doit en répartir le coût dans les prix unitaires au mètre cube ou à la tonne des matériaux granulaires utilisés dans la construction des fondations de route.

12.6 ISOLATION DE CHAUSSÉE

12.6.1 MATÉRIAUX

Le polystyrène doit être conforme à la norme 14301 du Ministère.

12.6.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

12.6.2.1 Attestation de conformité

Au moins 7 jours avant la première livraison de polystyrène, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante :

- le nom du fabricant ou sa marque de commerce;
- la date de fabrication;

- le numéro du lot de production;
- les résultats des essais suivants pour l'isolation thermique (type A) :
 - ♦ résistance à la compression,
 - ♦ module de compression,
 - ♦ résistance thermique,
 - ♦ absorption d'eau en volume.

Un lot de production est constitué de panneaux de polystyrène de même type et présentant les mêmes caractéristiques, et fabriqués en continu avec la même machine. De plus, la superficie maximale d'un lot est limitée à 20 000 m² pour l'isolant thermique.

12.6.3 MISE EN ŒUVRE

L'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires afin d'éviter toute source de chaleur à proximité des travaux et tout contact avec les hydrocarbures.

La surface sur laquelle l'isolant est placé doit être uniforme et constituer un support suffisamment stable pour que tout danger de rupture de l'isolant soit écarté. Les panneaux sont posés parallèlement à la route de façon à coïncider avec la ligne de centre de la chaussée. Les rangées successives de panneaux sont alternées d'une demi-longueur par rapport à celles de la rangée précédente.

Les panneaux doivent être pressés les uns contre les autres et fixés solidement de façon que tous les joints demeurent bien fermés pendant la mise en place des matériaux granulaires. Dans les secteurs en courbe, les extrémités des panneaux doivent être taillées afin de maintenir la pose des panneaux parallèle à l'axe de la route. Les espaces de 10 à 25 mm doivent être corrigés en taillant ou en repositionnant le polystyrène ou comblés de mousse isolante en polyuréthane. Les espaces de plus de 25 mm doivent être corrigés en taillant ou en repositionnant le polystyrène. La première couche de recouvrement granulaire doit être constituée d'au moins 30 % de particules retenues sur le tamis de 5 mm et de 100 % de particules passant le tamis de 56 mm. Tout panneau défectueux doit être enlevé et remplacé par un panneau en bon état.

Aucun passage ou entreposage de matériel n'est toléré directement sur le polystyrène avant la pose d'une épaisseur minimale de 300 mm de matériau granulaire densifié.

La première couche du matériau granulaire déversé sur le polystyrène pour isolation thermique doit être placée et densifiée avec soin, de manière à ne pas endommager ou déplacer l'isolant. Une seconde couche, permettant d'atteindre un

12 | Fondations de chaussée

recouvrement total d'au moins 450 mm, doit être placée et densifiée avant de permettre la circulation du trafic lourd.

12.6.4 CONTRÔLE DE RÉCEPTION

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en un morceau de panneau de 1 m de longueur par lot de production.

12.6.5 MODE DE PAIEMENT

Le polystyrène pour isolation thermique est payé au mètre carré, mesuré en place selon l'épaisseur stipulée aux plans et devis. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, leur mise en œuvre, la préparation des transitions ainsi que les précautions à prendre pour la préparation de la surface de la couche sous-jacente, et il inclut toute dépense incidente.

12.7 GÉOTEXTILES

12.7.1 MATÉRIAUX

Les géotextiles doivent être conformes à la norme BNQ 7009-210 «Géotextiles utilisés en génie routier – Classification, caractéristiques et méthodes d'essai».

12.7.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

12.7.2.1 Certification des géotextiles

Les géotextiles livrés au chantier doivent être produits par un fabricant dont l'usine détient un certificat de conformité délivré par le BNQ conformément au protocole de certification BNQ 7009-910/2018 «Géotextiles utilisés en génie routier – Protocole de certification».

Une copie du certificat de conformité, accompagnée de l'annexe présentant les grades de géotextiles faisant l'objet de la certification, doit être présentée au Ministère pour chaque grade de géotextile utilisé.

12.7.2.2 Attestation de conformité

Pour chaque livraison de géotextile, l'entrepreneur doit fournir au surveillant un certificat d'analyse contenant les informations spécifiées dans la norme BNQ 7009-210 «Géotextiles utilisés en génie routier – Classification, caractéristiques et méthodes d'essai».

Un lot de production est constitué d'un ou de plusieurs rouleaux de géotextile de même grade, de même nature et présentant les mêmes

caractéristiques, fabriqués en continu avec la même machine. Le numéro du lot de production doit être facilement repérable sur le bon de livraison et le rouleau.

12.7.2.3 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en une pièce de 1 m × 2 m par lot de production.

12.7.3 MISE EN ŒUVRE

12.7.3.1 Préparation de la surface

La surface à recouvrir doit être nettoyée, débarrassée des matériaux organiques et étrangers et régaliée aux profils requis; toute aspérité ou dépression supérieure à 100 mm/m² doit être éliminée.

12.7.3.2 Mise en place du géotextile

Le géotextile est étendu lâchement sur la surface à recouvrir de sorte qu'il en épouse le relief sans pour autant être replié sur lui-même. Pour les talus en enrochement, il se prolonge au haut du talus tout comme au pied de celui-ci sur une distance minimale de 1,5 m. Le chevauchement entre 2 nappes adjacentes doit être au minimum de 300 mm.

Toutes les mesures doivent être prises pour protéger le géotextile des intempéries et pour en empêcher le poinçonnement; aucun matériel ne doit circuler sur le géotextile.

12.7.3.3 Fixation temporaire du géotextile sur le talus

Dans la partie supérieure du talus, le géotextile est replié d'au moins 300 mm sur lui-même et des tiges de fixation sont alors insérées au centre de cette longueur à des intervalles de 1 m. Les tiges de fixation sont poussées jusqu'à ce que la rondelle de butée appuie contre le géotextile et le maintienne fermement contre la surface. Le géotextile est ensuite déroulé vers le bas de la pente et retenu temporairement en place.

12.7.3.4 Assemblage des nappes

Les nappes sont réunies préférentiellement par couture ou encore par recouvrement.

Si l'assemblage se fait par couture, celle-ci doit être réalisée au moyen d'un double point de chaînette. Le fil à coudre est en polyester de calibre 250 d_{tex} et la couture comprend une grandeur de point déterminée, soit 7 points sur 50 mm.

12 | Fondations de chaussée

Si l'assemblage se fait par recouvrement, il faut distinguer entre le joint transversal (ou selon la pente) et le joint longitudinal (ou à travers la pente). Dans le premier cas, le joint de recouvrement a une largeur minimale de 500 mm et est épinglé tous les mètres avec des clous d'acier de 150 mm de longueur. Dans le deuxième cas, le joint longitudinal est fait de la façon suivante : une première nappe est d'abord déroulée dans la partie inférieure du talus; ensuite, une deuxième est déroulée sur la première de manière à placer leurs arêtes supérieures à la même hauteur. L'arête supérieure des 2 nappes est alors repliée vers le bas sur une largeur de 300 mm et des tiges de fixation sont insérées tous les mètres au centre de cette largeur. Enfin, l'extrémité libre de la nappe supérieure est déployée vers le haut du talus en conservant au joint sa largeur de 300 mm.

12.7.3.5 Recouvrement du géotextile

Le recouvrement définitif du talus doit être exécuté de façon à éviter tout déplacement du géotextile.

12.7.4 MODE DE PAIEMENT

À moins qu'il fasse partie du prix d'un autre ouvrage, le géotextile est payé au mètre carré selon la surface réelle recouverte, sans addition pour les chevauchements. Le prix couvre notamment la fourniture, l'entreposage, la manutention, le transport, la pose, l'assemblage des nappes, les tiges de fixation, leur mise en œuvre, le nettoyage ainsi que le régalage, et il inclut toute dépense incidente.

Le matériau d'emprunt, s'il est nécessaire, est payé selon le mode de paiement prévu pour les emprunts.

12.8 ÉLÉMENTS DE DRAINAGE

12.8.1 CONDUITES

12.8.1.1 Matériaux

12.8.1.1.1 Tuyaux en béton

Les tuyaux en béton armé et les tuyaux en béton non armé, y compris les garnitures d'étanchéité des joints et des raccords d'un assemblage par emboîtement, doivent être conformes à la norme BNQ 2622-126 «Tuyaux et branchements latéraux monolithiques en béton armé et non armé pour l'évacuation des eaux d'égout domestique et pluvial».

12.8.1.1.2 Tuyaux en tôle ondulée ou nervurée

Les tuyaux en tôle et les manchons d'accouplement doivent être conformes à la norme 7101 du Ministère.

12.8.1.1.3 Tuyaux en thermoplastique

a) Tuyaux en polyéthylène (PE)

Les tuyaux en polyéthylène, y compris les emboîtements et les manchons d'accouplement, doivent être conformes à l'une des normes suivantes :

- BNQ 3624-110 «Tuyaux à paroi simple et raccords en polyéthylène (PE) pour l'évacuation des eaux de ruissellement, le drainage des sols et les ponceaux»;
- BNQ 3624-115 «Tuyaux et raccords en polyéthylène (PE) pour le drainage des sols et des fondations»;
- BNQ 3624-120 «Tuyaux à profil ouvert et à paroi intérieure lisse en polyéthylène (PE) et raccords en polyéthylène (PE) pour les égouts pluviaux, les ponceaux et le drainage des sols», de type 1, de classe A et de catégorie respectant le tableau 1 de cette norme BNQ.

b) Tuyaux en polychlorure de vinyle (PVC)

Les tuyaux en polychlorure de vinyle, y compris les raccords par emboîtement et les garnitures d'étanchéité, doivent être conformes à la norme BNQ 3624-135 «Tuyaux et raccords en poly(chlorure de vinyle) non plastifié (PVC-U) – Tuyaux d'un diamètre supérieur ou égal à 200 mm pour les égouts et le drainage des sols».

12.8.1.1.4 Matériaux granulaires

Les matériaux granulaires de type MG doivent être conformes à la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», et ce, après la mise en œuvre des matériaux.

Les matériaux granulaires de type CG doivent être conformes à la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie III : Coussin granulaire, enrobage, couche anticontaminante et couche filtrante», et ce, après la mise en œuvre des matériaux.

12.8.1.1.5 Géotextiles

Les géotextiles doivent être conformes à la norme BNQ 7009-210 «Géotextiles utilisés en génie routier – Classification, caractéristiques et méthodes d'essai».

12.8.1.2 Assurance de la qualité

Les tuyaux en béton, en acier et en polyéthylène (PE) doivent répondre aux exigences d'assurance qualité relatives aux ponceaux préfabriqués de la section «Ouvrages d'art». Les tuyaux en polychlorure de vinyle (PVC) doivent satisfaire aux exigences d'assurance qualité des tuyaux en polyéthylène de

12 | Fondations de chaussée

cette même section et doivent être produits par un fabricant dont l'usine détient un certificat de conformité délivré par le BNQ conformément au protocole de certification BNQ 3624-908 « Tuyaux et raccords en poly(chlorure de vinyle) [PVC] pour les conduites d'eau potable, d'égout et de drainage – Protocole de certification ».

Les géotextiles doivent répondre aux exigences d'assurance de la qualité des géotextiles de la section « Fondations de chaussée ».

12.8.1.2.1 Attestation de conformité

Pour chaque source de matériaux granulaires et au moins 7 jours avant la première livraison, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité répondant aux exigences de l'attestation de conformité prévue pour les matériaux de sous-fondation.

12.8.1.3 Mise en œuvre

La mise en œuvre des conduites doit être conforme à la norme BNQ 1809-300 « Travaux de construction – Conduites d'eau potable et d'égout – Clauses techniques générales ». Toutefois, le choix des matériaux granulaires doit être conforme au chapitre 3 « Drainage » du *Tome II – Construction routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

Le remplissage des excavations, qui comprend le coussin de support, le remblai latéral, le recouvrement de protection et le remblayage, doit être fait conformément aux exigences de l'article sur les remblais de la section « Terrassements » et du chapitre 4 « Ponceaux » du *Tome III – Ouvrages d'art* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

La manutention, le stockage, le transport, la réparation des dommages au revêtement de zinc, la réalisation des ouvertures dans les parois d'un ouvrage et le raccordement des éléments doivent satisfaire aux exigences des ponceaux préfabriqués de la section « Ouvrages d'art ».

12.8.1.4 Acceptation des conduites

Lors de la mise en place de nouvelles conduites sous la chaussée, des essais d'acceptation doivent être effectués, comme stipulé par la norme BNQ 1809-300 « Travaux de construction – Conduites d'eau potable et d'égout – Clauses techniques générales ». Tous ces essais doivent être faits lorsque le remblayage au-dessus de la conduite atteint minimalement 80 % de sa hauteur totale finale et avant la pose du revêtement de la chaussée (en enrobé ou en béton).

Tous les résultats conformes et non conformes doivent être consignés dans les rapports produits et signés par l'ingénieur de la firme spécialisée et remis au surveillant au moins 2 jours avant le début de la pose du revêtement de la chaussée. Une lettre signée par un ingénieur de la firme spécialisée et attestant la conformité des conduites selon la norme BNQ 1809-300 « Travaux de construction – Conduites d'eau potable et d'égout – Clauses techniques générales » peut toutefois être remise temporairement au surveillant afin de permettre la pose du revêtement de la chaussée. La remise de cette lettre ne dispense pas l'entrepreneur de fournir tous les rapports de la firme spécialisée avant la fin du contrat.

L'entrepreneur doit obtenir l'autorisation du surveillant avant de procéder à la pose du revêtement de la chaussée.

12.8.1.5 Mode de paiement

Les conduites sont payées au mètre, depuis le dessous du coussin de support jusqu'à la ligne d'infrastructure. Le mesurage se fait de façon continue selon leur axe central et jusqu'au centre des regards, puisards et autres tuyaux auxquels elles sont raccordées, ou jusqu'aux extrémités des conduites si elles ne sont pas raccordées. Lorsque les extrémités d'une conduite sont biseautées, le mesurage se fait sur le fond de la conduite.

Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, les excavations, la préparation de la fondation, le coussin de support, le raccordement des éléments et la mise en place du géotextile, tous les frais relatifs à la réalisation des essais d'acceptation des conduites, le remplissage des excavations ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

12.8.2 DRAINS SOUTERRAINS FILTRANTS

12.8.2.1 Matériaux

12.8.2.1.1 Tuyaux en thermoplastique

Les tuyaux en thermoplastique doivent satisfaire aux exigences de l'article sur les tuyaux en thermoplastique pour les conduites.

12.8.2.1.2 Matériaux filtrants

Les matériaux filtrants doivent être conformes aux exigences des plans et devis et aux normes suivantes :

- les matériaux de type GF-1, 20 à 5, 40 à 5 et le granulat tout calibre compris entre 5 mm et 40 mm doivent être conformes aux exigences de la norme 2104 du Ministère;

12 | Fondations de chaussée

- le sol et les matériaux granulaires pour coussin, enrobage, couche anticontaminante et couche filtrante doivent être conformes à la norme BNQ 2560–114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie III : Coussin granulaire, enrobage, couche anticontaminante et couche filtrante», et ce, après la mise en œuvre des matériaux.

12.8.2.1.3 Matériaux granulaires pour le remblayage

Des matériaux granulaires de type MG 20 doivent être utilisés. Ceux-ci doivent être conformes à la norme BNQ 2560–114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», et ce, après la mise en œuvre des matériaux, et ils doivent respecter les caractéristiques intrinsèques et complémentaires d'un matériau granulaire pour sous-fondation.

12.8.2.1.4 Géotextiles

Les géotextiles doivent être conformes à la norme BNQ 7009–210 «Géotextiles utilisés en génie routier – Classification, caractéristiques et méthodes d'essai».

12.8.2.2 Assurance de la qualité

Les tuyaux en polyéthylène (PE) doivent répondre aux exigences d'assurance qualité relatives aux ponceaux préfabriqués de la section «Ouvrages d'art». Les tuyaux en polychlorure de vinyle (PVC) doivent satisfaire aux exigences d'assurance qualité des tuyaux en polyéthylène de cette même section et doivent être produits par un fabricant dont l'usine détient un certificat de conformité délivré par le BNQ conformément au protocole de certification BNQ 3624–908 «Tuyaux et raccords en poly(chlorure de vinyle) [PVC] pour les conduites d'eau potable, d'égout et de drainage – Protocole de certification».

Les géotextiles doivent répondre aux exigences d'assurance de la qualité des géotextiles de la section «Fondations de chaussée».

12.8.2.2.1 Attestation de conformité

Pour chaque source de matériaux filtrants et de matériaux granulaires, et au moins 7 jours avant la première livraison, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité répondant aux exigences de l'attestation de conformité prévue pour les matériaux de sous-fondation.

12.8.2.3 Mise en œuvre

Le creusage de la tranchée se fait de l'aval vers l'amont, de façon à pouvoir mettre en place un drain selon les exigences des plans et devis. Si le sol au fond de la tranchée est organique, instable ou saturé, il doit être enlevé et remplacé par un matériau granulaire filtrant de même type que le matériau filtrant devant être utilisé pour la réalisation du drain afin d'obtenir, après compactage, une force portante suffisante.

En aucun cas, l'installation du drain souterrain filtrant ne doit être effectuée sur un sol gelé ou boueux. Le profil en long suit strictement les lignes et niveaux des plans, en commençant par la sortie du drain. Les joints des tuyaux sont assemblés selon les exigences du fabricant. La pose du matériau filtrant doit se faire avec soin sur le périmètre du tuyau, et il doit être densifié par couches uniformes de 300 mm d'épaisseur ou selon les épaisseurs requises pour la confection des filtres.

Le remblayage de la tranchée au-dessus du drain souterrain filtrant doit suivre rapidement l'installation du drain pour qu'il n'y ait aucune relâche des contraintes, dans le sol, des murs de la tranchée. Les matériaux de remplissage des tranchées doivent être de même nature que ceux provenant de l'excavation ou être conformes aux exigences relatives aux différents niveaux de chaussée traversés. Le compactage doit se faire à la compacité exigée pour les différents niveaux de chaussée traversés par couches uniformes de 300 mm d'épaisseur. Ces travaux doivent être faits sans endommager ou déplacer le tuyau.

12.8.2.4 Mode de paiement

Le drain souterrain filtrant est payé au mètre de tuyau posé, ou au mètre de drain exécuté s'il s'agit d'un drain sans tuyau. Le mesurage se fait de façon continue selon l'axe central des drains et jusqu'au centre des regards, puisards et autres tuyaux auxquels ils sont raccordés, ou jusqu'à leurs extrémités s'ils ne sont pas raccordés. Dans le cas d'un raccordement au système de drainage existant, 1,5 m est ajouté à la longueur du tuyau.

Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, les raccordements, les accouplements et la mise en place du géotextile, la préparation de la fondation, les excavations, le coussin de support, le remblayage de la tranchée ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Le matériau granulaire filtrant posé sous le drain souterrain filtrant en remplacement d'un sol organique, instable ou saturé est mesuré et payé selon le mode de paiement prévu pour les matériaux de sous-fondation.



12 | Fondations de chaussée

12.8.3 REGARDS, PUISARDS, CHAMBRES DE VANNES ET ACCESSOIRES

12.8.3.1 Matériaux

12.8.3.1.1 *Regards, puisards et chambres de vannes préfabriqués en béton armé*

Les regards, les puisards et les chambres de vannes préfabriqués en béton armé doivent être conformes à la norme BNQ 2622-420 «Regards d'égout, puisards, chambres des vannes et postes de pompage préfabriqués en béton armé».

12.8.3.1.2 *Accessoires*

Les cadres, les grilles, les tampons, les cales de rehaussement et les trappes de puisards doivent être conformes à la norme 7202 du Ministère.

12.8.3.1.3 *Matériaux granulaires*

Les matériaux granulaires de type MG doivent être conformes à la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», et ce, après la mise en œuvre des matériaux.

Les matériaux granulaires de type CG doivent être conformes à la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie III : Coussin granulaire, enrobage, couche anticontaminante et couche filtrante», et ce, après la mise en œuvre des matériaux.

12.8.3.1.4 *Géotextiles*

Les géotextiles doivent être conformes à la norme BNQ 7009-210 «Géotextiles utilisés en génie routier – Classification, caractéristiques et méthodes d'essai».

12.8.3.2 Assurance de la qualité

Les géotextiles doivent répondre aux exigences d'assurance de la qualité des géotextiles de la section «Fondations de chaussée».

12.8.3.2.1 *Certification*

Les regards, les puisards et les chambres de vannes préfabriqués en béton armé doivent être produits par un fabricant dont l'usine détient un certificat de conformité délivré par le BNQ conformément au protocole de certification BNQ 2622-951 «Tuyaux et branchements latéraux monolithiques en béton armé et non armé, et regards d'égout, puisards, chambres des vannes et postes de pompage préfabriqués en béton armé – Protocole de certification».

Les cadres, les grilles, les tampons, les cales de rehaussement et les trappes de puisards doivent être produits dans une usine qui détient un certificat de conformité délivré par le BNQ conformément au

protocole de certification BNQ 3221-900 «Tuyaux et raccords compacts en fonte ductile et pièces moulées en fonte grise ou en fonte ductile pour travaux de génie civil – Protocole de certification».

12.8.3.2.2 *Attestation de conformité*

a) *Accessoires*

Pour chaque livraison d'accessoires, l'entrepreneur doit remettre au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom du fabricant des cadres, des grilles, des tampons, des cales de rehaussement et des trappes de puisards;
- la date et le lieu de fabrication;
- les quantités et les dimensions nominales;
- les résultats des essais et des analyses;
- la désignation relative à l'utilisation, pluviale ou sanitaire;
- le numéro du lot de production ou de coulée.

Un lot de production correspond à un numéro de coulée.

b) *Matériaux granulaires*

Pour chaque source de matériaux granulaires et au moins 7 jours avant la première livraison, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité répondant aux exigences de l'attestation de conformité prévue pour les matériaux de sous-fondation.

12.8.3.2.3 *Contrôle de réception*

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons de cadres, de grilles, de tampons, de cales de rehaussement ou de trappes de puisards doit permettre la réalisation des essais indiqués dans la norme 7202 du Ministère.

12.8.3.3 *Mise en œuvre*

La mise en œuvre des regards, des puisards, des chambres de vannes et des accessoires doit être conforme à la norme BNQ 1809-300 «Travaux de construction – Conduites d'eau potable et d'égout – Clauses techniques générales».

Le coussin de support des regards, des puisards, des chambres de vannes et des accessoires doit être en matériau granulaire de type MG 20 ou CG 14, densifié à un minimum de 95 % de la masse volumique sèche maximale (CAN/BNQ 2501-255 «Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée (2700 kN•m/m³)»), à moins que le fond de l'excavation soit composé d'un matériau granulaire pouvant être densifié à 95 %.

12 | Fondations de chaussée

12.8.3.3.1 *Excavation et préparation de la fondation*

La fondation naturelle ne doit contenir aucune pierre de dimension supérieure à 56 mm; elle doit être exempte de mottes gelées et de débris organiques. Un coussin de support de type CG 14 ou MG 20 doit être mis en place sur un sol de fondation autre qu'un matériau granulaire. Le coussin de support est mis en place par couches uniformes d'une épaisseur maximale de 150 mm.

À moins d'une indication contraire, la fondation naturelle doit être densifiée à un minimum de 90 % de la masse volumique sèche maximale selon la norme CAN/BNQ 2501-255 «Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée (2700 kN • m/m³)».

12.8.3.3.2 *Installation*

Les joints de raccordement de la conduite au puisard doivent être étanches et posés à l'usine par le fabricant du puisard.

12.8.3.3.3 *Remblayage*

Le remblayage doit être fait avec un matériau granulaire de type CG 14, simultanément de chaque côté de l'ouvrage ou tout autour.

Dans la zone adjacente à l'ouvrage, sur 1 m de largeur, les matériaux ne doivent jamais être poussés perpendiculairement à l'ouvrage.

Le compactage doit être fait avec des compacteurs dynamiques légers produisant une force ne dépassant pas 50 kN.

12.8.3.3.4 *Regards à chute*

Les regards à chute de plus de 6 m doivent être munis d'un palier de sécurité tel qu'il est décrit à la norme BNQ 1809-300 «Travaux de construction – Conduites d'eau potable et d'égout – Clauses techniques générales». Le mur séparateur peut être en béton avec plaques d'acier ou en tôle ondulée. Le fond des regards doit être recouvert de plaques de granit d'une épaisseur minimale de 50 mm.

12.8.3.4 *Mode de paiement*

Les regards, les puisards et les chambres de vannes sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et des accessoires, la préparation de la fondation, les excavations, le coussin de support, le remplissage des excavations ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

12.8.4 ENROCHEMENTS

Avant de procéder à la mise en place de l'enrochement, l'entrepreneur doit nettoyer et enlever les matières végétales, puis régaler les surfaces à recouvrir suivant les profils indiqués sur les plans.

Le matériau d'enrochement est un tout-venant de calibre 0-600 mm avec D_{50} égal à 300 mm et l'épaisseur des enrochements mesurée perpendiculairement au talus est de 1 m. Le matériau d'enrochement doit être conforme à la norme 14501 du Ministère.

Pour chaque source de matériau d'enrochement, l'entrepreneur doit fournir au surveillant, avant la première livraison, une attestation de conformité contenant l'information suivante :

- les résultats complets de l'analyse qualitative des pierres et des essais de contrôle des caractéristiques indiquées à la norme 14501 du Ministère;
- le nom du laboratoire enregistré chargé de réaliser l'analyse qualitative des pierres et les essais de contrôle;
- l'emplacement de la réserve, avec une approximation des quantités et, s'il y a lieu, l'emplacement de la zone d'extraction.

12.8.4.1 *Enrochement déversé*

Les pierres déversées sont mises en place dans des talus de moins de 4 m de hauteur. Il est obtenu par le déversement du matériau d'enrochement du haut du talus à protéger. Les pierres sont par la suite placées de manière que la surface obtenue soit régulière, sans aspérités excédant le calibre moyen des pierres et parallèle au plan théorique de la surface recouverte. Les pierres les plus volumineuses doivent être posées au pied du talus.

12.8.4.2 *Enrochement placé*

Les pierres sont mises en place à partir du bas vers le sommet du talus à protéger. Les pierres sont par la suite placées de manière que la surface obtenue soit régulière, sans aspérités excédant le calibre moyen des pierres et parallèle au plan théorique de la surface recouverte. Les plus volumineuses doivent être posées au pied du talus.

12.8.4.3 *Mode de paiement*

Les enrochements sont payés au mètre carré ou à la tonne. Le prix couvre notamment les excavations, la préparation de la surface à recouvrir, la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.



13 | Revêtement de chaussée en enrobé

13.1 PRÉPARATION DE LA SURFACE

13.1.1 MATÉRIAUX

Les matériaux granulaires doivent être conformes aux exigences des matériaux de fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée».

L'entrepreneur doit remettre au surveillant une attestation de conformité pour chaque réserve de matériau granulaire utilisé pour la correction du profil de la chaussée. L'attestation de conformité doit comprendre l'information décrite à l'article portant sur l'assurance de la qualité pour les matériaux de fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée».

13.1.2 MATÉRIEL

Le matériel utilisé pour la correction par planage doit permettre d'obtenir une surface planée présentant un plan régulier sans déformation, une texture uniforme et une profondeur relative des stries inférieure à 8mm. Il doit être pourvu d'un appareil de contrôle automatique des profils (erreur admissible : ± 3 mm).

13.1.3 MISE EN ŒUVRE

La mise en forme de la surface à recouvrir doit se faire en corrigeant les profils longitudinal et transversal et en donnant à la chaussée le bombement et les dévers requis. Elle doit être réalisée sur toute la largeur de la chaussée ou selon les exigences des plans et devis, de façon à permettre le libre écoulement de l'eau vers les fossés.

Au minimum 2500 m² de surface à recouvrir doit être préparée avant de commencer les travaux de revêtement de chaussée en enrobé.

Si des travaux de préparation de la surface ont lieu entre le coucher et le lever du soleil, l'entrepreneur doit mettre en place sur le chantier un dispositif permettant d'éclairer adéquatement la zone de travaux. L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 2 semaines avant le début des travaux de préparation de la surface, le plan du dispositif d'éclairage qu'il prévoit utiliser.

13.1.3.1 Surface granulaire

13.1.3.1.1 Correction de fondation et construction des accotements

À la demande du surveillant, l'entrepreneur doit scarifier la chaussée existante sur une profondeur minimale de 100 mm pour rendre les matériaux de surface meubles et homogènes et en permettre la mise en forme et un compactage adéquat.

Les cailloux de 80 mm et plus dégagés durant la scarification ainsi que les matériaux impropres doivent être ramassés et mis au rebut.

Les granulats pour fondation et pour construction d'accotements sont épandus et densifiés selon les exigences de mise en œuvre des matériaux de fondation de chaussée, sauf que la couche de correction peut être d'épaisseur variable selon les travaux à faire et la correction de profil à effectuer.

13.1.3.1.2 Préparation de la surface granulaire

Lorsque le contrat prévoit des travaux de fondation et de revêtement de chaussée en enrobé, la mise en œuvre des fondations et la préparation de la surface granulaire avant revêtement en enrobé sont deux ouvrages distincts.

Dans les secteurs où la circulation des véhicules doit être maintenue, l'entrepreneur effectue les travaux de revêtement de chaussée en enrobé dans un délai de 5 jours après la réception des résultats granulométriques des matériaux de la fondation. Sont exclues du calcul de ce délai d'exécution les journées où les conditions météorologiques sont défavorables.

13.1.3.2 Surface en enrobé ou en béton

13.1.3.2.1 Correction à l'enrobé à chaud

La surface à recouvrir doit être nettoyée de toute boue et débarrassée de tout débris et de toute matière nuisible.

Sur toute surface en enrobé ou en béton à recouvrir, l'entrepreneur doit faire l'application d'un liant d'accrochage.

Les surfaces raboteuses et irrégulières sont corrigées au moyen d'un enrobé à chaud.

La compacité de chacune des couches de correction doit être obtenue en effectuant au moins 4 passages aller-retour de rouleau à pneus ou de rouleau combiné (acier-pneus) sur toute la surface en enrobé mise en place, en plus du compactage effectué avec les rouleaux d'acier.

13.1.3.2.2 Correction par planage

Les surfaces sont corrigées en rétablissant les profils longitudinal et transversal par planage du revêtement existant selon les exigences des plans et devis, en éliminant toutes les imperfections apparentes de la surface et en assurant le drainage des eaux de surface. Pour corriger adéquatement le profil, l'épaisseur planée peut, à certains endroits, être plus grande que l'épaisseur prévue et nécessiter plus d'un passage de planeuse. Au besoin, les surfaces raboteuses et irrégulières après

13 | Revêtement de chaussée en enrobé

le planage sont corrigées selon les exigences de l'article « Correction à l'enrobé à chaud » de la présente section. Les surfaces à corriger sont identifiées par le surveillant.

Aux endroits identifiés par le surveillant comme présentant un manque d'adhérence entre la couche de surface et la couche sous-jacente, l'enrobé non adhérent doit être complètement enlevé jusqu'à l'obtention d'une surface stable et sans arrachement d'enrobé.

À l'exception des accotements, les changements de pentes sont effectués aux lignes de séparation des voies de roulement.

En sections droites, à moins que le point de référence pour le planage soit ailleurs qu'au centre de la route, le planage de plusieurs voies doit être effectué de façon continue du centre de la route vers l'accotement.

En présence de chaussées qui comportent des bordures ou des trottoirs, le planage longitudinal doit être effectué de façon continue afin d'assurer le drainage des eaux de ruissellement en tenant compte des profils longitudinal et transversal.

L'entrepreneur doit prévoir les équipements nécessaires pour la réalisation du planage aux abords des éléments particuliers tels que les trottoirs, les bordures, les regards, les puisards, etc.

À la fin de chaque période de travail, le joint temporaire transversal doit être réalisé perpendiculairement à la route.

Lorsque la circulation est permise en cours de travaux sur une surface planée, les extrémités de la section de planage doivent répondre aux exigences de l'article sur les raccordements temporaires de la présente section. De plus, tous les regards, puisards et boîtes de vanne doivent être ajustés au niveau de la surface de roulement de l'enrobé après planage en assurant une transition suffisante afin d'éliminer tout risque d'incident ou d'accident pour les usagers de la route.

Avant la mise en œuvre de l'enrobé, les joints transversaux et longitudinaux préparés par planage ou sciage doivent présenter une surface de raccordement verticale et rectiligne.

L'entrepreneur doit veiller à protéger les éléments situés dans l'aire des opérations de planage. Ces éléments incluent, sans s'y limiter :

- les bordures;
- les couvercles de vannes;
- les cadres;
- les cales de rehaussement;

- les tampons;
- les grilles;
- les joints de tablier d'une structure;
- les abords de rails (y compris leurs bandes de caoutchouc).

L'entrepreneur est responsable des dommages causés lors de ces opérations. Il doit également assurer la protection des services d'utilité publique (puisards, regards, boîtes de vannes) contre les déversements de fraisat de planage à l'intérieur de ceux-ci. Dans le cas où du fraisat est déversé à l'intérieur de ces accessoires, l'entrepreneur doit procéder immédiatement à leur nettoyage à ses frais.

L'entrepreneur doit nettoyer, à la satisfaction du surveillant, les surfaces planées à l'aide d'équipements de nettoyage appropriés. Le nettoyage doit être terminé avant que la circulation ne soit permise.

L'entrepreneur est responsable de l'élimination des granulats bitumineux récupérés, à moins qu'ils fassent l'objet d'une clause particulière portant sur leur recyclage. Les matériaux récupérés jugés impropres au recyclage doivent être mis au rebut.

Dans le cas d'une structure, l'entrepreneur doit aussi respecter les exigences concernant la correction par planage de la section « Ouvrages d'art ».

13.1.3.2.3 Raccordement temporaire

Lorsqu'il y a un planage ou une pose d'enrobé, une transition temporaire doit être réalisée, avant que la circulation soit permise, aux endroits où il y a une différence d'élévation entre les surfaces où l'on peut circuler. Ce raccordement temporaire est réalisé avec de l'enrobé neuf, posé à chaud ou à froid, ou par planage et doit présenter une transition d'au moins 1V:60H. L'utilisation de résidus de planage est interdite pour la réalisation du raccordement temporaire.

Le raccordement temporaire doit être enlevé entièrement pour permettre la création d'une paroi verticale régulière et rectiligne avant la mise en œuvre du revêtement en enrobé.

13.1.4 CONTRÔLE DE RÉCEPTION

Le Ministère effectue un contrôle de réception en vérifiant le profil final avant recouvrement. Celui-ci ne doit pas varier de plus de 10 mm par rapport au profil exigé. Aucune irrégularité ou dépression ne doit excéder 10 mm sur 3 m mesurée selon la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère.

L'entrepreneur doit se coordonner avec le surveillant afin que la réception des travaux

13 | Revêtement de chaussée en enrobé

de correction de la surface par planage soit réalisée avant de retirer les équipements de planage du chantier.

Les éléments situés dans l'aire des opérations de préparation de la surface doivent être maintenus libres de tout matériau. Ces éléments incluent, sans s'y limiter :

- les puisards;
- les regards;
- les couvercles de vannes;
- les joints de tablier d'un pont;
- les abords de rails (y compris leurs bandes de caoutchouc).

Après acceptation par le surveillant de la surface à recouvrir, l'entrepreneur est autorisé à procéder aux travaux de revêtement. L'entrepreneur demeure responsable des dommages pouvant survenir à la surface à recouvrir.

13.1.5 MODE DE PAIEMENT

13.1.5.1 Granulats pour correction de fondation et pour construction des accotements

Les granulats utilisés pour corriger la fondation et construire les accotements sont payés selon les modalités prévues pour les matériaux de fondation de chaussée.

13.1.5.2 Préparation de la surface granulaire

Lorsque l'ouvrage est indiqué au bordereau, la préparation de la surface granulaire est payée au mètre carré. Le prix couvre notamment la scarification, l'enlèvement et l'élimination des matériaux impropres, la mise en forme ainsi que le compactage, et il inclut toute dépense incidente.

La superficie payée est celle du revêtement de chaussée en enrobé. Toutefois, lorsqu'une scarification d'une profondeur minimale de 100 mm est exigée sur toute la largeur de la chaussée, la superficie payée est celle du revêtement de chaussée en enrobé, plus les accotements à leur niveau supérieur.

Lorsque l'ouvrage ne fait pas l'objet d'un article particulier au bordereau, l'entrepreneur doit en répartir le coût dans le prix des enrobés à chaud.

13.1.5.3 Correction à l'enrobé à chaud

L'enrobé est payé selon les modalités prévues pour l'enrobé préparé et posé à chaud.

Le liant d'accrochage est payé selon les modalités propres au liant d'accrochage ou d'imprégnation.

Le nettoyage et la mise au rebut des matériaux impropres sont couverts dans les prix des ouvrages de correction à l'enrobé à chaud.

13.1.5.4 Correction par planage

Le planage est payé au mètre carré. Le prix couvre notamment :

- la protection des services d'utilité publique contre les déversements de fraisat de planage;
- le planage, peu importe le nombre de passes nécessaires à l'atteinte des exigences;
- les manipulations dues aux ajustements des puisards, regards et boîtes de vannes au niveau de la surface planée;
- le planage aux abords des éléments particuliers;
- l'enlèvement du vieux revêtement;
- le nettoyage de la surface planée;
- l'enlèvement et l'élimination des matériaux de rebut;
- toute dépense incidente.

Lorsqu'il est exigé par le surveillant, l'enlèvement de l'enrobé manquant d'adhérence à la couche sous-jacente sur une épaisseur supplémentaire aux exigences est payé au mètre carré à l'article du bordereau correspondant à l'épaisseur supplémentaire réellement planée.

La mise au rebut des granulats bitumineux récupérés est également incluse dans le prix, à moins qu'ils fassent l'objet d'une clause particulière portant sur leur recyclage.

Dans le cas d'une structure, la correction par planage est payée selon le mode prévu à la section « Ouvrages d'art ».

13.1.5.5 Balayage

Lorsque le balayage fait l'objet d'un article particulier au bordereau, celui-ci est payé au mètre carré. Dans le cas contraire, il est compris dans les prix des ouvrages de correction par planage, du liant d'accrochage et des enrobés à chaud.

13.2 LIANT D'IMPRÉGNATION OU D'ACCROCHAGE

Lorsque cela est exigé aux plans et devis, l'entrepreneur doit faire l'épandage d'un liant d'imprégnation sur une surface granulaire.

Sur toute surface en enrobé ou en béton à recouvrir ainsi qu'entre chacune des couches d'enrobé à chaud, l'entrepreneur doit faire l'application

13 | Revêtement de chaussée en enrobé

d'un liant d'accrochage. La surface à recouvrir doit être sèche, propre et exempte de résidus. Ces résidus incluent, sans s'y limiter :

- les amas de liant d'accrochage;
- le fraisat de planage;
- les excès de poussière.

La surface à recouvrir de liant d'accrochage doit présenter une quantité de résidus et de poussière inférieure à 100 g/m². À la demande du surveillant, la propreté de la surface est mesurée selon la méthode d'essai LC 26-605 du Ministère. En cas de non-conformité, l'entrepreneur doit corriger et compléter le nettoyage à la satisfaction du surveillant.

Après acceptation par le surveillant de la surface à recouvrir, l'entrepreneur est autorisé à procéder aux travaux d'application de liant d'accrochage. L'entrepreneur doit se coordonner avec le surveillant afin que ce dernier ou son représentant puisse être présent lors de l'application du liant d'accrochage. Seule une autorisation écrite au préalable par le surveillant peut permettre à l'entrepreneur d'appliquer le liant d'accrochage sans sa présence ou celle de son représentant, sans quoi les travaux sont réputés défectueux.

Un liant d'accrochage est également appliqué sur les surfaces verticales de contact des bordures, des trottoirs, des accessoires et des autres structures, les parois et les joints de construction.

L'entrepreneur doit utiliser un équipement ou une méthode d'application qui protège des éclaboussures les trottoirs, les pistes cyclables, les glissières, les puisards, les regards, les joints de tablier, etc.

Dans le cas d'une structure, l'entrepreneur doit aussi respecter les exigences concernant le liant d'accrochage de la section « Ouvrages d'art ».

13.2.1 MATÉRIAUX

Les liants d'imprégnation et les liants d'accrochage sont des émulsions de bitume conformes à la norme 4105 du Ministère.

13.2.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

13.2.2.1 Système qualité conforme à la norme ISO

Les émulsions de bitume doivent être produites par un fabricant dont l'usine détient un certificat d'enregistrement attestant que le système qualité satisfait aux exigences de la norme ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité».

Si les émulsions de bitume sont entreposées et expédiées dans un lieu différent de celui de la fabrication, l'entreprise responsable de l'entreposage et de l'expédition doit détenir un certificat d'enregistrement attestant que le système qualité satisfait aux exigences de la norme ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité».

13.2.2.2 Attestation de conformité

Préalablement à l'application du liant, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité qui respecte les modalités décrites à la norme 4105 du Ministère. Au moment de l'expédition, l'information suivante est ajoutée sur l'attestation de conformité :

- le nom de l'entrepreneur;
- le nom du transporteur et, dans le cas d'un matériau livré en vrac, le numéro de la citerne;
- la date de chargement;
- la quantité livrée.

13.2.2.3 Contrôle de réception

13.2.2.3.1 Liant d'imprégnation

L'entrepreneur doit prélever, en présence d'un représentant du Ministère, au minimum un échantillon par contrat. L'échantillonnage consiste à prélever un échantillon représentatif de 1 l de liant au robinet d'échantillonnage de la citerne épanduse conformément à la norme ASTM D140/D140M «Standard Practice for Sampling Asphalt Materials». Si le prélèvement au robinet d'échantillonnage de la citerne épanduse n'est pas possible, le prélèvement de l'échantillon peut être fait à la rampe de l'épanduse immédiatement après un épandage. L'échantillon est prélevé dans un contenant métallique propre. L'entrepreneur remet les échantillons prélevés ainsi que les attestations de conformité au surveillant. Les échantillons et les attestations de conformité correspondantes sont expédiés au laboratoire du Ministère. Sur demande du surveillant, des échantillons supplémentaires peuvent être prélevés.

13.2.2.3.2 Liant d'accrochage

a) Échantillonnage du liant d'accrochage

L'entrepreneur doit prélever, en présence d'un représentant du Ministère, un échantillon de liant d'accrochage par 5000 t d'enrobé posé sur ce liant d'accrochage (minimum d'un échantillon par contrat et par année). Un échantillon est constitué de deux prélèvements de 1 l chacun versés dans des contenants métalliques propres.



13 | Revêtement de chaussée en enrobé

L'échantillon est prélevé au robinet d'échantillonnage de la citerne épanduse conformément à la norme ASTM D140/D140M «Standard Practice for Sampling Asphalt Materials». Si le prélèvement au robinet d'échantillonnage de la citerne épanduse n'est pas possible, le prélèvement de l'échantillon peut être fait à la rampe de l'épanduse ou à la lance manuelle, immédiatement après un épandage réalisé avec ce même dispositif. L'entrepreneur remet les deux contenants prélevés ainsi que l'attestation de conformité correspondante au surveillant. Les deux prélèvements et l'attestation de conformité correspondante sont expédiés au laboratoire du Ministère. Un contenant est destiné aux essais de contrôle et l'autre contenant est conservé comme témoin. Sur demande du surveillant, des échantillons supplémentaires peuvent être prélevés.

b) Essais de contrôle

Le Ministère effectue un contrôle de réception sur le liant d'accrochage échantillonné selon les dispositions décrites précédemment. Les paramètres de contrôle et les critères d'acceptation sont spécifiés dans la norme 4105 du Ministère.

c) Réévaluation d'un échantillon non conforme

Si une non-conformité est décelée sur un liant d'accrochage livré en vrac (LALV) à l'essai au rhéomètre à cisaillement dynamique (DSR) effectué sur le résidu d'émulsion récupéré sur plaque de granit selon la méthode LC 25-012 du Ministère, le contenant témoin est utilisé pour valider le résultat de cet essai. À moins d'avis contraire du surveillant et de l'entrepreneur, les essais sont repris au laboratoire du Ministère dans les 10 jours suivant l'émission du rapport.

Le Ministère avise l'entrepreneur de la date de la réévaluation et l'invite à assister à la reprise des essais. L'entrepreneur peut déléguer, à ses frais, un observateur pour s'assurer que les conditions des essais de reprise sont conformes aux méthodes d'essai. Tout commentaire concernant l'application jugée incorrecte d'une méthode par cet observateur doit être signifié sur-le-champ au représentant du Ministère. Le Ministère informe ensuite l'entrepreneur des résultats de la réévaluation.

Les nouveaux résultats remplacent les résultats des essais originaux et sont considérés comme étant finals.

Dans l'éventualité où le contenant témoin n'a pas été prélevé, où son état ne permet pas la réalisation

des essais ou encore lorsque son identification ne correspond pas au contenant de contrôle, les résultats du contrôle sont définitifs.

13.2.3 MATÉRIEL

L'épanduse de liant d'accrochage ou d'imprégnation doit être munie d'un débitmètre devant permettre de contrôler le taux d'application.

Au moins 24 h avant le début des travaux, l'entrepreneur doit fournir une preuve que l'épanduse à liant a été calibrée au cours de l'année courante. Celle-ci doit notamment comprendre les éléments suivants :

- date de la calibration;
- numéro de l'épanduse;
- quantité de liant épandu indiquée par le débitmètre (l);
- taux de pose du liant indiqué par le débitmètre (l/m²);
- surface d'épandage réelle mesurée;
- masse de l'épanduse avant l'épandage (kg);
- masse de l'épanduse après l'épandage (kg);
- coupons de pesée avant et après l'épandage;
- masse volumique du liant (kg/l);
- calcul de l'écart entre le taux de pose indiqué par le débitmètre et le taux de pose calculé à partir de la surface réelle mesurée et du nombre de litres de liant épandus calculé à partir des pesées de l'épanduse (%);
- calcul de l'écart entre le nombre de litres épandus indiqué sur le débitmètre et le nombre de litres de liant épandus calculé à partir des pesées de l'épanduse (%).

Toute modification ou réparation à l'épanduse pouvant avoir une incidence sur le taux d'application entraîne la reprise de la calibration.

13.2.3.1 Produit de nettoyage

Les produits de nettoyage utilisés pour les rampes à liant doivent être récupérés dans un réservoir indépendant. Le nettoyage doit être réalisé en dehors de la surface à recouvrir et de toute surface en enrobé. En aucun temps les produits de nettoyage ne doivent être retournés dans la citerne épanduse.

13.2.4 MISE EN ŒUVRE

Le liant d'accrochage ou d'imprégnation est appliqué uniformément à l'aide d'une rampe distributrice sous pression :

13 | Revêtement de chaussée en enrobé

- au taux de bitume résiduel de 1,20 l/m² pour le liant d'imprégnation sur une surface granulaire scarifiée;
- au taux de bitume résiduel de 0,20 l/m² pour le liant d'accrochage sur un enrobé neuf;
- au taux de bitume résiduel de 0,25 l/m² pour le liant d'accrochage sur un enrobé usagé ou une surface lisse en béton;
- au taux de bitume résiduel de 0,30 l/m² pour le liant d'accrochage sur un enrobé plané ou une surface rugueuse en béton;
- au taux de bitume résiduel de 0,10 l/m² pour le liant d'accrochage sur une surface en enrobé après recyclage à froid ou une surface après retraitement en place avec un liant hydrocarboné.

L'entrepreneur doit fournir la valeur affichée sur le débitmètre au début et à la fin de chacune des surfaces de travail ainsi qu'une mesure de chacune des superficies sur lesquelles le liant a été appliqué uniformément. La tolérance concernant le taux d'application est de 10 %.

Durant la rupture et le mûrissement du liant, la circulation des véhicules doit être détournée ou contrôlée. De plus, l'entrepreneur doit prendre les dispositions pour qu'aucune machinerie, aucun équipement de mise en œuvre, aucun camion ou aucun autre véhicule de chantier ne circule ou ne soit en attente sur le liant d'accrochage qui n'est pas complètement rupturé et suffisamment mûri. L'utilisation d'un rupteur est obligatoire lors de travaux effectués de nuit. Lorsque les conditions météorologiques et l'organisation en chantier ne permettent pas la rupture complète et le mûrissement adéquat du liant d'accrochage, un rupteur doit aussi être utilisé. Le rupteur utilisé doit être celui suggéré par le fabricant de l'émulsion. Le jet du rupteur doit être dirigé dans le jet du liant d'accrochage de façon à ce que le rupteur se mélange au liant d'accrochage avant d'atteindre la surface.

Il est interdit d'appliquer un liant d'accrochage ou d'imprégnation pendant une pluie, sur une surface mouillée ou gelée, ou lorsque la température de l'air ambiant est inférieure à celle recommandée par le fabricant. L'application d'une flamme vive sur la surface à recouvrir ou sur le liant d'accrochage est interdite. Un liant d'imprégnation peut être appliqué sur une surface humide exempte d'eau libre.

Pour faciliter la pénétration du liant d'imprégnation, l'entrepreneur doit scarifier la surface granulaire sur une profondeur minimale de 25 mm. La température d'application du liant d'imprégnation sur une surface granulaire doit respecter les

recommandations du fabricant. Après un temps d'attente d'au moins 30 minutes après l'application du liant, la surface granulaire est densifiée à un minimum de 98,0 % de la masse volumique sèche maximale prévue pour la compacité en chantier des matériaux de fondation de chaussée. Le liant doit être entièrement curé avant de procéder à la mise en place de l'enrobé.

La surface enduite d'un liant d'imprégnation ou d'accrochage doit être recouverte d'enrobé avant d'ouvrir la chaussée à la circulation.

Dans tous les cas, l'entrepreneur doit prendre les dispositions nécessaires pour éviter que le liant d'accrochage ou d'imprégnation soit répandu sur les surfaces adjacentes déjà recouvertes ou qui ne sont pas à recouvrir.

Si des travaux de liant d'imprégnation ou d'accrochage ont lieu entre le coucher et le lever du soleil, l'entrepreneur doit mettre en place sur le chantier un dispositif permettant d'éclairer adéquatement la zone de travaux. L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 2 semaines avant le début des travaux de liant d'imprégnation ou d'accrochage, le plan du dispositif d'éclairage qu'il prévoit utiliser.

13.2.5 MODE DE PAIEMENT

Le liant d'accrochage et le liant d'imprégnation sont payés au mètre carré. Le prix couvre notamment :

- la fourniture du liant, son transport, son application et, si nécessaire, son chauffage et l'utilisation d'un rupteur;
- le nettoyage des surfaces;
- les correctifs nécessaires à la suite de l'arrachement dû à la circulation sur le chantier;
- toute dépense incidente.

Le badigeonnage des surfaces verticales de contact ne fait l'objet d'aucun article au bordereau. Tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage sont inclus dans le prix du liant d'accrochage.

13.3 ENROBÉ PRÉPARÉ ET POSÉ À CHAUD

L'enrobé à chaud doit être conforme aux exigences des plans et devis et à la norme 4202 du Ministère.

Dans le cas d'une structure, l'entrepreneur doit aussi respecter les exigences concernant l'enrobé préparé et posé à chaud de la section «Ouvrages d'art».

13 | Revêtement de chaussée en enrobé

13.3.1 MATÉRIAUX

13.3.1.1 Granulats

Les granulats entrant dans la composition des enrobés doivent être conformes aux exigences des plans et devis et à la norme 4202 du Ministère.

L'entrepreneur doit mettre sous forme de réserves séparées, distinctes et indépendantes tous les granulats en fonction de leur type, de leur provenance, de leur classe granulaire et de leur catégorie, conformément à la norme 4202 du Ministère. Les granulats de type bitumineux comprennent les granulats bitumineux récupérés (GBR), les bardeaux d'asphalte postfabrication (BPF) et les bardeaux d'asphalte postconsommation (BPC). Chaque type de granulat bitumineux doit être mis en réserve séparément et les granulats bitumineux de provenance significativement différente doivent être aussi entreposés dans des réserves séparées.

Chaque réserve doit contenir une quantité correspondant au minimum à 3 jours de production d'enrobé, excepté dans le cas où l'entrepreneur s'approvisionne à partir de carrières commerciales effectuant un contrôle de production.

Les réserves de granulats, les GBR, le BPF et le BPC doivent être exempts de matières végétales, métalliques ou d'autres matières indésirables. De plus, l'entrepreneur doit prendre les précautions requises afin d'éviter toute agglomération des granulats bitumineux entre eux.

Les réserves sont localisées sur des emplacements qui ont été nivelés, drainés et nettoyés de toute matière contaminante.

Lorsque les ententes sur les densités sont requises, l'entrepreneur doit aviser le surveillant du début des travaux de concassage et de triage des granulats au moins 3 jours à l'avance.

13.3.1.2 Bitume

Le bitume entrant dans la composition de l'enrobé doit être conforme aux exigences des plans et devis et à la norme 4101 du Ministère.

13.3.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

13.3.2.1 Bitume

13.3.2.1.1 Système qualité conforme à la norme ISO

Le bitume utilisé dans la fabrication des enrobés doit être produit par un fabricant dont l'usine détient un certificat d'enregistrement attestant que le système qualité satisfait aux exigences de la norme ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité».

Si le bitume est entreposé et expédié dans un lieu différent de celui de la fabrication, l'entreprise responsable de l'entreposage et de l'expédition doit détenir un certificat d'enregistrement attestant que le système qualité satisfait aux exigences de la norme ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité».

13.3.2.1.2 Attestation de conformité

Pour chaque quart de travail, avant de commencer les travaux de pose d'enrobé, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité qui respecte les modalités décrites à la norme 4101 du Ministère. De plus, si une livraison de bitume a lieu pendant un quart de travail, la nouvelle attestation doit être remise au surveillant.

Au moment de l'expédition, l'information suivante doit être ajoutée sur l'attestation de conformité :

- le nom de l'entrepreneur;
- le nom du transporteur et le numéro de la citerne;
- la date du chargement;
- la quantité livrée.

Au moment de la réception à la centrale d'enrobage, l'information suivante doit être ajoutée sur l'attestation de conformité :

- la date et l'heure du déchargement;
- l'identification du réservoir d'entreposage;
- la température du bitume dans la citerne.

13.3.2.1.3 Contrôle de réception du bitume

a) Échantillonnage du bitume

L'entrepreneur prélève aléatoirement un échantillon de bitume pour chaque quantité de 3000 t d'enrobé (minimum d'un par contrat et par année), et ce, pour chaque classe de bitume utilisée et pour chaque fournisseur d'enrobé.

L'échantillonnage est effectué lors de la fabrication de l'enrobé au robinet situé sur la tuyauterie qui relie le réservoir au dispositif d'incorporation du bitume du système de malaxage. L'entrepreneur prend les dispositions nécessaires afin que l'échantillon de bitume prélevé soit représentatif du bitume utilisé pour produire l'enrobé.

L'échantillon est constitué de 2 prélèvements de 1 l chacun versés dans des contenants métalliques propres, puis transmis au laboratoire du Ministère. Un contenant est destiné aux essais de contrôle du bitume par le Ministère et l'autre contenant est conservé comme témoin. Sur demande du surveillant, des échantillons supplémentaires peuvent être prélevés.

13 | Revêtement de chaussée en enrobé

L'entrepreneur remet au surveillant l'échantillon et l'attestation de conformité correspondante selon la fréquence établie précédemment. L'information suivante est inscrite sur l'étiquette de l'échantillon apposée sur chacun des deux contenants :

- le numéro de dossier;
- la classe de performance du bitume et le numéro de lot;
- l'identification de la centrale;
- le nom de l'échantillonneur;
- la date et l'heure de l'échantillonnage;
- la température du bitume à l'échantillonnage.

Si l'entrepreneur omet de prélever les échantillons, ou s'il ne respecte pas les exigences concernant le prélèvement des échantillons, le surveillant peut procéder à l'expertise des enrobés mis en œuvre pour évaluer la qualité du bitume. Les frais liés à cette expertise sont assumés par l'entrepreneur. En cas de non-conformité, le montant correspondant aux préjudices s'ajoute aux frais de l'expertise.

b) Essais de contrôle

Le Ministère effectue un contrôle de réception sur le bitume échantillonné selon les dispositions décrites précédemment. Les paramètres de contrôle et les critères d'acceptation sont spécifiés à la norme 4101 du Ministère.

c) Réévaluation d'un échantillon non conforme

Si au moins une caractéristique mesurée par les essais de contrôle s'avère non conforme aux exigences en vigueur, l'échantillon est déclaré non conforme.

Le contenant témoin est alors utilisé pour valider les résultats des essais en cause. À moins d'avis contraire du surveillant et de l'entrepreneur, les essais sont repris au laboratoire du Ministère dans les 10 jours suivant l'émission du rapport.

Le Ministère avise l'entrepreneur de la date de la réévaluation et l'invite à assister à la reprise des essais. L'entrepreneur peut déléguer, à ses frais, un observateur pour s'assurer que les conditions des essais de reprise sont conformes aux méthodes d'essai. Tout commentaire concernant l'application jugée incorrecte d'une méthode par cet observateur doit être signifié sur-le-champ au représentant du Ministère. Le Ministère informe ensuite l'entrepreneur des résultats de la réévaluation. Les nouveaux résultats remplacent les résultats des essais originaux et sont considérés comme étant finals.

Dans l'éventualité où le contenant témoin n'a pas été prélevé ou encore lorsque l'identification de ce dernier ne permet pas de l'associer au contenant de contrôle, les résultats du contrôle sont définitifs.

13.3.2.2 Enrobés à chaud

13.3.2.2.1 *Système qualité conforme à la norme ISO*

Les enrobés doivent être fabriqués par une entreprise exploitant une centrale d'enrobage détenant un certificat d'enregistrement attestant que le système qualité satisfait aux exigences de la norme ISO.

L'entrepreneur doit remettre au surveillant, au moins 2 semaines avant le début des travaux de pose d'enrobé, une copie de l'enregistrement de la centrale ainsi qu'un plan qualité conforme à la norme 4202 du Ministère.

Si le plan qualité est déclaré non conforme aux exigences, l'entrepreneur doit effectuer les modifications demandées par le surveillant.

L'appréciation du plan qualité par le Ministère ne dégage en rien l'entrepreneur de ses obligations contractuelles.

L'entrepreneur doit aviser le surveillant de toute non-conformité décelée.

13.3.2.2.2 *Enrobés à chaud formulés selon la méthode du Laboratoire des chaussées*

a) *Formules théoriques et finales des enrobés à chaud selon la méthode du Laboratoire des chaussées*

Au moins 7 jours avant la mise en place des enrobés, et après la validation des résultats d'essais et de calculs, l'entrepreneur remet au Ministère les formules théoriques et finales des enrobés à chaud formulés selon la méthode de formulation du Laboratoire des chaussées, qui contiennent l'information prescrite à la norme 4202 du Ministère ainsi que tous les résultats d'essais et de calculs effectués qui démontrent que les exigences d'évaluation en production des formules théoriques et d'établissement des formules finales ont été suivies et respectées, ainsi que la traçabilité des échantillons et des essais effectués.

L'entrepreneur est également tenu d'informer par écrit le Ministère des valeurs suivantes :

- la valeur de la densité maximale sur chacun des 5 échantillons prélevés au cours de l'évaluation en production des formules théoriques ainsi que la valeur moyenne;

13 | Revêtement de chaussée en enrobé

- les valeurs du pourcentage de vides à la presse à cisaillement giratoire, au nombre de girations spécifié au tableau 4202-1 de la norme 4202 du Ministère, calculées selon la méthode d'essai LC 26-003 du Ministère, sur chacun des 5 échantillons prélevés au cours de l'évaluation en production des formules théoriques.

En plus de devoir satisfaire aux exigences des plans et devis et à la norme 4202 du Ministère, l'utilisation de granulats bitumineux récupérés (GBR), de bardeaux d'asphalte postfabrication (BPF) et de bardeaux d'asphalte postconsommation (BPC) est permise selon les pourcentages et les critères qui y sont précisés.

Lorsqu'un essai de résistance à l'orniérage est exigé aux plans et devis et que, pour la formule utilisée dans le cadre des travaux, cet essai n'a jamais été réalisé par un des laboratoires du Ministère, les dispositions suivantes s'appliquent :

- l'essai est réalisé aux laboratoires du Ministère à partir des constituants de la formule (combinés granulaires, bitume et matériaux recyclés si applicable) malaxés en laboratoire;
- l'échantillonnage des constituants est effectué selon la méthode d'essai LC 21-010 du Ministère pour les granulats et selon les exigences d'échantillonnage du bitume concernant les enrobés;
- un délai de 10 jours est à prévoir suivant la réception aux laboratoires du Ministère des constituants et de la formule d'enrobé, accompagnés des résultats d'essais démontrant que l'enrobé satisfait aux critères de la norme 4202 du Ministère pour la formule finale. Lorsque le Ministère doit faire analyser les constituants pour s'assurer qu'ils sont conformes aux lois et règlements en vigueur (environnement, santé et sécurité), le délai de 10 jours débute à la réception des résultats des analyses démontrant leur conformité. Cependant, lorsque plusieurs formules différentes doivent être vérifiées pour un même entrepreneur, une entente est effectuée avec ce dernier afin d'établir les priorités des échantillons à traiter. Les résultats des essais sont alors transmis dans les meilleurs délais. L'essai de résistance à l'orniérage se fait seulement sur des échantillons où les constituants (combiné granulométrique et bitume) sont malaxés en laboratoire. Les essais réalisés en cours de production de l'enrobé (vérification) doivent être faits sur des échantillons dont les différents composants sont assemblés en

laboratoire selon la problématique observée. Dans ce cas, les résultats sont transmis dans les meilleurs délais. Aucune compensation financière n'est accordée pour ce délai;

- lorsqu'un essai à l'orniérage a déjà été réalisé pour une formule d'enrobé par un des laboratoires du Ministère, mais que le résultat de l'essai a plus de 3 ans, la réalisation d'un nouvel essai à l'orniérage sur cet enrobé est obligatoire, et ce, même si l'entrepreneur n'a pas modifié sa formule.

b) Contrôle de production par l'entrepreneur

1- Échantillonnage

Un échantillon d'enrobé est prélevé pour chaque quantité de 300 t d'enrobé fabriqué et mis en œuvre pour un même contrat, par une même centrale, selon la même formule finale d'enrobé. De plus, au minimum, un échantillon doit être prélevé par lot d'enrobé tel que défini à la section « Contrôle de réception de l'enrobé ».

Sur demande du surveillant, des échantillons supplémentaires peuvent être prélevés.

Ces échantillons sont toujours prélevés à l'endroit et selon la méthode indiquée dans le plan qualité de l'entrepreneur, conformément à la méthode d'essai LC 26-005 du Ministère.

Chacun des échantillons du contrôle de production destiné au contrôle de réception doit être apparié avec un échantillon témoin mis à la disposition du Ministère.

2- Essais de contrôle

Les essais de contrôle ont pour but de démontrer la capacité de l'entrepreneur à produire, avec chacune de ses centrales d'enrobage, des enrobés conformes et stables.

L'entrepreneur remet au surveillant les résultats des essais prescrits à la norme 4202 du Ministère au plus tard 2 jours après le prélèvement de l'échantillon. Ces essais sont effectués selon les méthodes d'essai et la cadence stipulées à la norme 4202 du Ministère.

La cadence est réévaluée selon la norme 4202 du Ministère. Si cette cadence est réévaluée, l'entrepreneur doit aviser le surveillant. Le surveillant peut exiger de l'entrepreneur la documentation justifiant la modification de cette cadence.

13 | Revêtement de chaussée en enrobé

Au moins un échantillon doit être soumis aux essais de contrôle par lot d'enrobé tel que défini à la section «Contrôle de réception de l'enrobé».

Les échantillons non analysés sont identifiés et conservés par l'entrepreneur afin de pouvoir effectuer des essais de contrôle ultérieurement en cas de nécessité.

Pour chaque journée de production, les résultats des essais sont regroupés par lot d'enrobé tel que défini à la section «Contrôle de réception de l'enrobé». La consignation de cette information doit permettre de générer un document appelé *Rapport par lot d'enrobé*.

Chacun de ces rapports doit être remis au surveillant, et l'entrepreneur doit y inclure l'identification et l'emplacement du laboratoire ayant réalisé les essais et fait les calculs, ainsi que le tonnage du lot.

13.3.2.2.3 Contrôle statistique sur les enrobés

L'entrepreneur doit assurer une surveillance en continu du processus de production des enrobés. Il doit aussi s'assurer de l'évaluation de la fiabilité de ce processus à produire des enrobés respectant les écarts statistiques stipulés à la section «Contrôle statistique» de la norme 4202 du Ministère entre la production réelle et les formules théoriques et finales.

Pour ce faire, l'entrepreneur doit s'assurer de la production des cartes de contrôle qui visent à démontrer la réussite des tests statistiques exigés à la norme 4202 du Ministère, et ce, pour chaque caractéristique visée.

Lorsqu'au moins une des caractéristiques échoue un ou plusieurs tests, les non-conformités statistiques doivent être signalées au Ministère et traitées à sa satisfaction. Ce traitement comprend la recherche des causes impliquées, l'analyse de l'ampleur et de la fréquence des non-conformités statistiques observées, l'évaluation de l'impact sur la qualité de l'enrobé ainsi que, le cas échéant, les ajustements effectués sur le processus de production ou sur les matières premières.

Les cartes de contrôle sont mises à jour en compilant continuellement les résultats des essais de contrôle sur les caractéristiques stipulées à la norme 4202.

Les cartes de contrôle sont remises périodiquement au surveillant selon l'entente établie à la première réunion de chantier.

13.3.2.2.4 Contrôle de réception de l'enrobé

Le Ministère établit la conformité de l'enrobé à partir des résultats transmis par l'entrepreneur à la suite de son contrôle de production. Toutefois, dans le cas où il procède à une validation des résultats des essais et des calculs de divers facteurs effectués par l'entrepreneur, les dispositions suivantes s'appliquent :

- si les résultats des essais et des calculs de divers facteurs effectués par l'entrepreneur sont validés par le Ministère, ce dernier établit la conformité de l'enrobé à partir des résultats transmis par l'entrepreneur;
- si les résultats des essais et des calculs de divers facteurs effectués par l'entrepreneur ne sont pas validés par le Ministère, un avis est adressé à l'entrepreneur afin que celui-ci démontre la validité de ses résultats d'essais et des calculs de divers facteurs et que la source de l'écart ne peut pas être déterminée par un effort conjoint, le Ministère établit la conformité de l'enrobé sur la base des résultats de ses propres essais et calculs.

La conformité de l'enrobé est basée sur l'évaluation par lot. Un lot d'enrobé correspond au tonnage d'enrobé mis en œuvre selon les critères suivants :

- l'enrobé est produit selon la même formule finale, à la même centrale d'enrobage et pour le même contrat;
- l'enrobé fait partie de la même séquence de mise en œuvre d'une durée maximale de 24 heures sur le ou les sites des travaux, y compris le temps des arrêts temporaires tels que ceux relatifs aux bris mineurs, aux périodes de pluie passagère ou aux déplacements des équipements sur d'autres sites d'exécution des travaux du même contrat. Le début d'une séquence de mise en œuvre est déterminé par le moment où la première tonne d'enrobé arrive en chantier;
- à moins d'indication contraire du surveillant, tout tonnage d'enrobé mis en œuvre fait minimalement l'objet d'un lot pour lequel un échantillon doit être analysé.

13 | Revêtement de chaussée en enrobé

Pour qu'un lot d'enrobé soit conforme, il faut que :

- le pourcentage passant moyen des résultats des analyses sur le premier tamis où il est permis un retenu ne soit pas inférieur de plus de 3 % à l'exigence minimale indiquée au tableau 4202-1 de la norme 4202 du Ministère et que l'exigence de 100 % passant le tamis supérieur à celui-ci soit respectée, comme il est stipulé dans le même tableau;
- les pourcentages passant le tamis de 5 mm ne dépassent pas les limites des exigences minimales et maximales indiquées au tableau 4202-1 de la norme 4202 du Ministère :
 - ♦ de plus de 3 pour la moyenne d'un lot avec deux échantillons ou plus, soit $N \geq 2$,
 - ♦ de plus de 4 pour chaque échantillon d'un lot et pour un lot composé d'un seul échantillon, soit $N = 1$;
- les pourcentages passant le tamis de $80\mu\text{m}$ ne dépassent pas les limites des exigences minimales et maximales indiquées au tableau 4202-1 de la norme 4202 du Ministère :
 - ♦ de plus de 0,3 pour la moyenne d'un lot avec deux échantillons ou plus, soit $N \geq 2$,
 - ♦ de plus de 0,5 pour chaque échantillon d'un lot et pour un lot composé d'un seul échantillon, soit $N = 1$;
- les cartes de contrôle statistique sur les enrobés aient été produites et que les tests statistiques aient été réalisés;
- les non-conformités statistiques aient été signalées au Ministère et traitées conformément à l'article précédent « Contrôle statistique sur les enrobés »;
- les pourcentages des vides à la presse à cisaillement giratoire (PCG) individuels respectent un écart de $\pm 0,5$ par rapport aux limites des exigences précisées au tableau 4202-1 de la norme 4202 du Ministère pour chacun des nombres de girations de design (N_{des});
- l'écart en valeur absolue du pourcentage des vides à la PCG au N_{des} de chacun des résultats individuels par rapport au pourcentage des vides à la PCG présentés à la formule finale soit inférieur ou égal à 1,9;
- les pourcentages de vides à la PCG individuels au nombre de girations initial (N_{ini}) soient supérieurs ou égaux à 10,6 %;
- les pourcentages de vides à la PCG individuels au nombre de girations final (N_{max}) soient supérieurs ou égaux à 1,8 %;

- dans le cas d'un lot d'au moins 3 échantillons, soit $N \geq 3$, les pourcentages de vides à la PCG moyens aux nombres de girations N_{ini} , N_{des} et N_{max} soient conformes aux exigences du tableau 4202-1 de la norme 4202.

Dans le cas où l'un de ces critères ne serait pas respecté, chaque échantillon ayant entraîné le non-respect de ces critères est analysé individuellement par rapport aux exigences du tableau 4202-1 de la norme 4202 du Ministère, afin d'évaluer l'impact, s'il y a lieu.

Si l'entrepreneur omet de prélever les échantillons, ou s'il ne respecte pas les exigences à cet égard, le surveillant peut procéder à l'expertise des matériaux mis en œuvre pour confirmer la qualité de l'enrobé. Les frais de cette expertise sont assumés par l'entrepreneur. En cas de non-conformité de l'enrobé, le montant correspondant aux préjudices s'ajoute aux frais de l'expertise.

Tout enrobé produit qui ne satisfait pas aux exigences des plans et devis est jugé non conforme.

13.3.2.2.5 Contrôle de réception de la compacité du revêtement

Cet article ne s'applique pas pour les enrobés servant au rapiéçage ou à la correction avant la pose de revêtement.

a) Vérification de la compacité

Le Ministère vérifie la compacité du revêtement au moyen d'un nucléodensimètre.

1- Étalonnage du nucléodensimètre

Le nucléodensimètre utilisé est étalonné au moins une fois par année selon la procédure définie dans la norme ASTM D7759/D7759M « Standard Guide for Nuclear Surface Moisture and Density Gauge Calibration ».

2- Facteur de correction

Lorsque le nucléodensimètre utilise le mode de lecture en rétrodiffusion, le facteur de correction est établi selon la méthode d'essai LC 26-500 du Ministère.

3- Détermination de la compacité

Le pourcentage de compacité est déterminé selon la méthode d'essai LC 26-510 du Ministère.

4- Cadence d'échantillonnage

Le lot unitaire d'acceptation est constitué de la quantité d'enrobé posée durant la journée pour chaque formule d'enrobé à chaud.



13 | Revêtement de chaussée en enrobé

5- Acceptation d'un lot

Un lot est accepté lorsque la moyenne des 6 résultats de compacité de la journée se situe entre 93,0 % et 98,0 %.

Si la valeur moyenne de la compacité de la journée est inférieure à l'exigence de 93,0 % ou supérieure à l'exigence de 98,0 %, le surveillant avise l'entrepreneur par écrit, en l'informant qu'une réévaluation de la compacité au moyen d'éprouvettes prélevées par carottage sera effectuée telle qu'elle est décrite dans l'article suivant.

b) Réévaluation de la compacité au moyen d'éprouvettes prélevées par carottage

Le surveillant fixe une date pour la réévaluation de la compacité de la journée faite au moyen de 6 éprouvettes prélevées par carottage qui couvrent la superficie d'enrobé posé durant cette journée et dont les emplacements sont fixés de façon aléatoire. Le prélèvement des éprouvettes doit être fait dans un délai de 20 jours après l'envoi de l'avis à l'entrepreneur.

Le pourcentage de compacité du revêtement est le rapport entre la densité brute de la carotte prélevée sur la route et la densité maximale moyenne de la journée trouvée lors du contrôle de réception, multipliée par 100.

Les essais de la densité brute des éprouvettes sont effectués au laboratoire du Ministère selon la méthode d'essai LC 26-040 du Ministère.

Les carottes prélevées pour la réévaluation de la compacité ne doivent pas contenir de trace de marquage. De plus, si l'épaisseur de la couche d'enrobé est inférieure à 35 mm, l'éprouvette cylindrique doit avoir au moins 150 mm de diamètre.

L'entrepreneur peut déléguer un observateur lors de l'échantillonnage et de l'exécution des essais. Tout commentaire concernant une procédure qu'il juge incorrecte doit être signifié sur-le-champ, et tout cas de divergence doit être porté à l'attention du surveillant.

Si la moyenne de ces 6 mesures de la compacité au moyen d'éprouvettes prélevées par carottage est inférieure à l'exigence minimale de compacité de 93,0 % ou supérieure à l'exigence de 98,0 %, l'enrobé posé durant cette journée est jugé non conforme.

Les coûts inhérents à cette réévaluation sont aux frais du Ministère. Tous les frais engagés par l'entrepreneur sont à sa charge.

13.3.3 MATÉRIEL

13.3.3.1 Centrale d'enrobage

Toutes les centrales d'enrobage servant à la production d'enrobés à chaud doivent être conformes à la norme AASHTO M156 « Standard Specification for Requirements for Mixing Plants for Hot-Mixed, Hot-Laid Bituminous Paving Mixtures » et être équipées d'un système de récupération des poussières conforme aux exigences de la Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ, chapitre Q-2).

Les centrales doivent notamment :

- contrôler, à l'aide des masses mesurées, la proportion de matériaux recyclés entrant dans la composition de l'enrobé. Sur demande du Ministère, l'entrepreneur doit prouver que cette proportion respecte les exigences du devis;
- mesurer et consigner, pour chacune des journées de production d'enrobé, l'humidité des constituants granulaires pesés lorsqu'ils sont humides, y compris les matériaux recyclés. La méthode employée doit permettre d'obtenir des valeurs représentatives de l'humidité des matériaux utilisés;
- implanter un système garantissant la présence des constituants granulaires dans chacune des bennes froides, y compris les matériaux recyclés. Ce système doit déclencher une alarme pour aviser l'opérateur de la centrale ou empêcher la production d'enrobé en l'absence d'une des composantes granulaires;
- contrôler la température de l'enrobé et de ses constituants lors des différentes étapes de fabrication à l'aide des instruments de mesure de température requis. Ces instruments doivent être vérifiés et ajustés annuellement à l'aide d'instruments certifiés. Cette vérification doit démontrer que les mesures comprises entre 100 et 200 °C ne diffèrent pas de plus de 3 °C de celles obtenues par l'instrument certifié après ajustement;
- vérifier les instruments servant à mesurer la température du bitume avant son injection et de l'enrobé à sa sortie du malaxeur sur une base régulière à l'aide d'équipements certifiés. Lors de ces vérifications, un écart maximal de 5 °C est acceptable entre les lectures obtenues par l'instrument certifié et les instruments de la centrale;
- entreposer le bitume de façon à maintenir ses propriétés physicochimiques et sa température dans chacun des réservoirs. La méthode utilisée doit permettre d'éviter les surchauffes localisées et la stagnation du bitume;

13 | Revêtement de chaussée en enrobé

- mesurer la température du bitume à l'endroit où elle est maximale pendant son entreposage. Cette température ne doit jamais être supérieure à la température maximale d'entreposage indiquée à l'attestation de conformité du bitume;
- fabriquer des enrobés dont le pourcentage d'humidité maximal est de 0,5 % à la sortie du malaxeur (mesuré selon la méthode AASHTO T329);
- limiter la durée d'entreposage des enrobés produits à 2 heures lorsque des silos tampons sont utilisés pour les centrales continues et à 6 heures dans le cas de silos d'entreposage. Lorsqu'il est prévu d'entreposer des enrobés dans des silos d'entreposage durant une période supérieure à 6 heures, la démonstration du maintien des propriétés des enrobés et du bitume pendant cette période doit être faite;
- enregistrer automatiquement les constituants entrant dans la composition des enrobés à l'aide du système de contrôle de la centrale. Les quantités de bitume et de chacun des constituants incorporés au mélange doivent être enregistrées. Ces informations doivent être exactes et disponibles pour chacune des journées de production et pour chacun des enrobés produits.

La production de la centrale doit être telle que l'enrobé fourni soit conforme à la formule finale et qu'il soit malaxé à l'intérieur d'un intervalle de 14 °C compris entre les températures minimale et maximale de malaxage inscrites sur l'attestation de conformité du bitume.

Si des bitumes PG Hn-L T ou PG Hn-L THRD sont utilisés :

- l'entrepreneur doit informer le surveillant de l'intervalle de 14 °C qui sera utilisé pour le malaxage au moins 24 heures avant le début des travaux;
- l'entrepreneur peut malaxer les enrobés à des températures supérieures à celles communiquées au surveillant pendant les 100 premières tonnes de production journalière sans toutefois excéder la température maximale de malaxage inscrite sur l'attestation de conformité du bitume.

La tuyauterie qui relie le réservoir au dispositif d'incorporation du bitume du système de malaxage doit être munie d'un robinet qui permet

l'échantillonnage du bitume en tout temps. Ce robinet doit être facile d'accès et être muni d'un système de chauffage qui assure son bon fonctionnement en tout temps.

13.3.3.2 Finisseuse

Sauf indication contraire, les enrobés sont épandus mécaniquement au moyen d'une finisseuse automotrice capable de placer l'enrobé selon l'alignement, la pente et le bombement spécifiés. Les finisseuses sont munies de trémies et de vis distributrices de manière à placer l'enrobé uniformément à l'avant des régaleuses ajustables.

Les finisseuses doivent être capables d'épandre les enrobés sur des épaisseurs allant de 15 mm jusqu'à l'épaisseur stipulée aux plans et devis, sans risque de ségrégation ou de déchirures. Pour le recouvrement des voies de roulement (excluant les corrections de dévers), la table de la finisseuse doit avoir une largeur minimale de 3,0 m. Cette largeur minimale ne comprend pas les extensions. De plus, la table doit être vibrante (vibration en fonction) et chauffante. Le terme *régaleuse* comprend tous les dispositifs d'arasement qui, par découpage ou par tassement, nivellent l'enrobé aux températures de mise en œuvre sans produire de déchirures, de déformations ou de rainures et donnent une surface ayant des caractéristiques conformes aux exigences.

Les finisseuses à largeur variable sont acceptées, pourvu que les rallonges du lisseur soient vibrantes (vibration en fonction) et chauffantes et que, dans les sections de largeur constante correspondant à une travée continue, la vis et le couloir de vis soient prolongés afin de maintenir une distance maximale de 450 mm avec la porte latérale. Dans les sections de largeur variable, la vis et le couloir de vis doivent être prolongés afin de maintenir une distance maximale de 450 mm avec la porte latérale du côté du joint longitudinal avec une bande d'enrobé adjacente. En l'absence d'une bande d'enrobé adjacente, la vis et le couloir de vis doivent être prolongés afin de maintenir une distance maximale de 450 mm avec la porte latérale à la largeur la plus étroite rencontrée par la finisseuse pour la pose à l'intérieur d'un même quart de travail.

Du côté non confiné des bandes d'enrobé, les portes latérales doivent être ajustées afin d'être maintenues à une hauteur maximale de 10 mm par rapport au matériau sous-jacent. En tout temps, les finisseuses doivent assurer le respect de toutes les caractéristiques exigées du revêtement.



13 | Revêtement de chaussée en enrobé

13.3.3.3 Rouleau compacteur

Les rouleaux compacteurs doivent permettre d'obtenir la compacité et les caractéristiques de surface conformes aux exigences des plans et devis. Les types suivants peuvent être utilisés :

- rouleaux statiques à cylindres d'acier;
- rouleaux vibrants ou oscillants à cylindres d'acier;
- rouleaux à pneus statiques ou vibrants;
- une combinaison de ces types de rouleaux sur le même engin.

13.3.3.4 Camions

La benne des camions servant au transport de l'enrobé doit être étanche.

Avant le chargement de l'enrobé, l'intérieur de la benne doit être exempt de poussières, de criblures, d'hydrocarbures à base de pétrole ou de tout autre matériau pouvant détériorer l'enrobé.

La benne doit être munie d'une bâche conforme, composée d'un matériau imperméable et de dimensions au moins équivalentes à celles de l'ouverture de la partie supérieure de la benne. La bâche doit être maintenue à égalité ou plus bas que le niveau supérieur des parois de la benne à l'aide d'un système mécanisé ou simplement en utilisant des sangles. La bâche doit être maintenue en place dès la fin du chargement jusqu'au moment du déchargement. Le surveillant peut refuser tout camion muni d'une bâche non conforme ou dont la capacité, les dimensions, la vitesse ou l'état entravent la marche normale des travaux.

13.3.3.5 Outils manuels

Les pilons (manuels d'au moins 10 kg ou mécaniques) servant à densifier l'enrobé aux endroits inaccessibles aux rouleaux doivent avoir une surface maximale de 300 cm². Ces pilons peuvent être remplacés par une plaque vibrante ayant une masse minimale de 75 kg.

13.3.3.6 Règle rigide

Une règle rigide de 3 m de longueur conforme à la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère doit être fournie par l'entrepreneur et mise à la disposition du Ministère pendant toute la durée des travaux.

13.3.3.7 Produit antiadhésif et de nettoyage

L'usage d'hydrocarbures à base de pétrole ou de produits qui solubilisent le bitume est interdit comme agent antiadhésif. Les produits évalués satisfaisant au critère «*no stripping*» de la méthode AASHTO T383 «Standard Method of Test for

Evaluation of Asphalt Release Agents (ARAs)» sont permis pourvu qu'ils demeurent homogènes pendant toute la durée de l'essai, soit 7 jours.

Les produits doivent être identifiés et utilisés seulement aux fins pour lesquels ils sont prévus. Tout produit pouvant solubiliser le bitume doit être utilisé hors de la surface à recouvrir ou de toute surface en enrobé.

Les outils manuels et la machinerie doivent être exempts de résidus accumulés pouvant contaminer l'enrobé. Les résidus solides et liquides générés lors du nettoyage doivent être récupérés et gérés selon les lois et règlements en vigueur.

Avant le début des travaux, l'entrepreneur doit fournir les fiches techniques des produits antiadhésifs utilisés. Le Ministère tient une liste des produits considérés comme agent antiadhésif conforme ainsi que le taux de dilution accepté pour chacun. Dans le cas où le produit ne figure pas sur cette liste, l'entrepreneur doit faire parvenir le produit au laboratoire du Ministère pour le faire valider avant son utilisation en chantier. Le produit doit être acheminé au moins 14 jours avant le début des travaux.

L'entrepreneur doit respecter le taux de dilution du produit antiadhésif accepté par le Ministère. Le surveillant peut procéder au contrôle du produit antiadhésif utilisé lors du transport et de la mise en œuvre des enrobés pour confirmer la conformité du produit.

Dans le cas où un produit antiadhésif non conforme est utilisé en chantier, ou s'il y a accumulation de produit antiadhésif sur la surface à recouvrir, les travaux sont jugés défectueux.

13.3.4 MISE EN ŒUVRE

La pose d'enrobé est effectuée lorsqu'il n'y a pas de précipitations sous forme de pluie, de bruine, de neige ou de grêle.

Sur une surface constituée d'un matériau granulaire, la pose de l'enrobé doit être effectuée sur une surface exempte de flaques d'eau, de boue et de tout matériau détrempe ou gelé. Dans le cas d'une surface à recouvrir constituée d'un enrobé, la pose de nouvel enrobé doit être effectuée sur une surface enduite d'un liant d'accrochage dont la rupture est complétée et le mûrissement est suffisamment avancé. Cette surface doit être propre, non gelée et exempte d'eau libre et de résidus. Ces résidus peuvent être, sans s'y limiter :

- les amas de liant d'accrochage;
- le fraisat de planage;

13 | Revêtement de chaussée en enrobé

- les surplus de produit antiadhésif;
- les excès de poussière.

Après acceptation par le surveillant de la surface à recouvrir, l'entrepreneur est autorisé à procéder aux travaux de pose d'enrobé.

La température ambiante doit être supérieure à 10 °C et à la hausse lors de la pose d'un enrobé dont l'épaisseur après compactage est inférieure à 50 mm. Pour les autres épaisseurs, la température ambiante doit être supérieure à 2 °C et à la hausse.

La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre dont la précision est de 1 °C. La mesure s'effectue à une hauteur de 1,5 m par rapport au sol et à plus de 5 m des engins de chantier ou de toute autre source de chaleur.

L'entrepreneur doit prendre les dispositions nécessaires pour éviter l'arrachement du liant d'accrochage de la surface à recouvrir, et le collage du liant sur les pneus ou les chenilles de la machinerie, des équipements de mise en œuvre, des camions et des autres véhicules de chantier. Seul l'usage de produits antiadhésifs conformes est autorisé. L'entrepreneur doit corriger les zones où le liant d'accrochage est déficient et adapter ses méthodes de travail sur-le-champ. Si les correctifs sont insatisfaisants ou que l'adaptation des méthodes de travail est insatisfaisante, les travaux sont jugés défectueux.

Lorsque plus d'une couche d'enrobé doit être posée pendant une même journée de travaux, la pose d'une couche subséquente d'enrobé doit être effectuée lorsque la température de surface de l'enrobé à recouvrir est inférieure à la température haute (H) de la classe de performance PG Hn-L associée au bitume utilisé dans la formule de mélange, ou lorsque l'enrobé est suffisamment refroidi après sa compaction pour ne pas se déformer, se fissurer ou s'endommager si des équipements y circulent.

L'application d'une flamme vive sur les enrobés est interdite.

Le nettoyage des bennes de camion doit être réalisé en dehors de la surface à recouvrir, dans un endroit sécuritaire. Ce site doit être nettoyé avant la fin des travaux.

Tout déversement d'enrobé sur la surface à recouvrir doit être ramassé avant le passage de la finisseuse et doit être disposé hors chantier. Les éléments situés dans l'aire des opérations de mise en œuvre des enrobés doivent être maintenus libres de tout matériau. Ces éléments incluent, sans s'y limiter :

- les puisards;

- les regards;
- les couvercles de vannes;
- les joints de tablier d'un pont;
- les abords de rails (y compris leurs bandes de caoutchouc).

Toute surface en enrobé sur laquelle il y a eu un déversement d'hydrocarbures ou de produit qui solubilise le bitume doit être remplacée aux frais de l'entrepreneur. La méthode corrective doit respecter les exigences des plans et devis et elle doit être approuvée au préalable par le surveillant.

Si des travaux d'enrobé préparé et posé à chaud ont lieu entre le coucher et le lever du soleil, l'entrepreneur doit mettre en place sur le chantier un dispositif permettant d'éclairer adéquatement la zone de travaux. L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 2 semaines avant le début des travaux d'enrobé préparé et posé à chaud, le plan du dispositif d'éclairage qu'il prévoit utiliser.

13.3.4.1 Transport de l'enrobé

Il est interdit de surchauffer un enrobé pour compenser le refroidissement causé par le transport, quelle qu'en soit la durée.

Au moment du déchargement en chantier, la température au cœur d'un chargement d'enrobé doit être supérieure à la température minimale de malaxage indiquée à l'attestation de conformité du bitume utilisé moins 15 °C.

13.3.4.2 Épandage mécanique

Un apport constant d'enrobé doit être assuré de façon à limiter les arrêts de la finisseuse, à la maintenir à une vitesse constante, et ainsi à favoriser la réalisation d'un revêtement dont la densité et les caractéristiques sont conformes aux exigences des plans et devis.

13.3.4.3 Joints

Les joints longitudinaux doivent être parallèles aux lignes du tracé de la route et ne pas se superposer. L'entrepreneur doit, avant la mise en place de chacune des bandes d'enrobé, implanter une référence physique au sol, telle qu'un marquage ou une corde, parallèle au tracé prévu, afin d'assurer la linéarité des bords de travée en cours de réalisation des travaux.

Les joints longitudinaux chauds ou froids ne doivent pas se trouver dans les pistes de roues. Les joints longitudinaux des couches d'enrobé sous-jacentes ne doivent pas se superposer et doivent être décalés de 150 mm ± 50 mm.



13 | Revêtement de chaussée en enrobé

La pose de l'enrobé en fin de journée est planifiée de manière à ne pas laisser de joint longitudinal à compléter le lendemain. Si un joint est à compléter le lendemain, il doit faire l'objet de travaux correctifs à la satisfaction du surveillant avant la reprise des travaux d'enrobé.

Après avoir atteint la position prévue d'un joint transversal, l'entrepreneur doit interrompre l'épandage de l'enrobé avant que le niveau de celui-ci ne baisse sous l'axe central de la vis de la finisseuse. L'enrobé restant dans la finisseuse doit être mis au rebut et cette quantité n'a pas à être soustraite des quantités à payer à l'entrepreneur. L'entrepreneur doit coordonner l'alimentation en enrobé de la finisseuse afin de minimiser cette quantité.

Pour assurer une compacité optimale des enrobés au droit des joints transversaux, ces derniers doivent être préparés afin d'obtenir une surface de raccordement verticale et rectiligne.

Tout joint transversal ou longitudinal dont la température est inférieure à 85 °C est considéré comme froid et doit être badigeonné d'une couche uniforme de liant d'accrochage. Tout joint doit posséder les caractéristiques de surface exigées pour les couches de revêtement. Avant l'application du liant d'accrochage, la chaussée doit être nettoyée conformément aux exigences concernant le liant d'accrochage de la présente section.

Lorsque la circulation est permise au cours des travaux dans la zone où il y a pose d'enrobé, les extrémités de la section recouverte d'enrobé doivent répondre aux exigences de l'article sur les raccordements temporaires de la présente section.

Pour tous les raccordements transversaux, l'entrepreneur doit mettre en place une quantité suffisante d'enrobé de façon à réduire le travail manuel et à atteindre le degré de compacité minimal au joint, tout en respectant les exigences des caractéristiques de surface des couches du revêtement de la présente section.

13.3.4.4 Irrégularités

Immédiatement après la mise en place d'une couche et avant le début du compactage, la surface est vérifiée et les irrégularités sont corrigées. Les accumulations de matériaux doivent être enlevées. Les dentelures et autres dépressions sont nivelées et comblées par de l'enrobé chaud.

13.3.4.5 Épandage manuel

Aux endroits inaccessibles à la finisseuse, l'enrobé est épandu manuellement. L'enrobé est réparti également et étalé en une couche meuble de densité uniforme en ayant soin d'éviter

la ségrégation. Avant le compactage, l'entrepreneur doit vérifier la surface avec une règle et corriger les irrégularités. Il est interdit de projeter l'enrobé en surface de manière que les granulats se déploient en éventail.

13.3.4.6 Compactage de l'enrobé

Les stipulations suivantes sont applicables à toutes les couches du revêtement.

Les équipements utilisés pour le compactage doivent toujours être en mouvement sur une zone d'enrobé où les activités de compactage ne sont pas terminées et où la température de l'enrobé est supérieure à la température haute de la classe de performance du bitume de l'enrobé.

L'arrêt des rouleaux est autorisé seulement à l'extérieur de cette zone.

Le compactage d'un enrobé doit être terminé avant que la température de ce dernier atteigne la température haute de la classe de performance du bitume de l'enrobé. Aucun procédé de chauffage de l'enrobé en place n'est autorisé pour prolonger la période de compactage.

Lors de l'utilisation de rouleaux vibrants, l'entrepreneur doit apporter une attention particulière pour ne pas endommager les structures et conduites sous-jacentes ou avoisinantes; en cas de doute, toute vibration est interdite.

À l'exception de la couche de correction, l'enrobé ne doit pas présenter de microfissures, de déchirures, de marques ou d'ondulations.

La séquence de compactage doit permettre d'obtenir une surface et une compacité conformes aux exigences.

13.3.4.7 Caractéristiques de surface des couches du revêtement

Chaque couche doit présenter une texture uniforme, sans ségrégation ni ressuage.

De plus, pour tous les travaux nécessitant la pose d'enrobé, à l'exception des enrobés de correction, l'épaisseur de chaque couche ainsi que l'épaisseur totale du revêtement à poser ne doivent pas varier de plus de 6 mm par rapport à l'épaisseur moyenne stipulée par le taux de pose au mètre carré; ce taux est transformé en épaisseur à l'aide de la densité brute moyenne obtenue lors de la mesure de la compacité.

À l'exception des enrobés de correction, aucune irrégularité ou dépression entre deux points de contact, mesurée selon la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère, ne doit excéder 5 mm dans 3 m pour la couche de surface ni excéder 6 mm



13 | Revêtement de chaussée en enrobé

dans 3 m pour les autres couches. Dans le cas d'un changement de pente convexe longitudinal dû à un raccordement des revêtements en enrobé de profil à différents niveaux tel qu'illustré au dessin normalisé II-2-009 du chapitre 2 «Structures de chaussée» du *Tome II – Construction routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère, aucune dépression ne doit excéder 5 mm à l'extrémité libre de 1,5 m en porte-à-faux de la règle de 3 m pour une route dont la limite de vitesse affichée est supérieure à 90 km/h, 6 mm pour une limite de vitesse affichée de 60 à 90 km/h et 8 mm pour une limite de vitesse affichée inférieure à 60 km/h. Lorsque les travaux nécessitent un raccordement à une chaussée existante présentant des déformations de surface importantes rendant impossible le respect des exigences précitées, l'entrepreneur doit réaliser ce raccordement en minimisant les inconforts pour les usagers, et ce, à la satisfaction du surveillant. Les déformations importantes de la chaussée existante doivent être situées dans les 3 m précédant le joint de raccordement.

Dans tous les cas où un profil est stipulé aux plans et devis, le Ministère vérifie les tracés et les pentes après le compactage final de chaque couche. Le profil de chaque couche ne doit pas varier de plus de 6 mm par rapport au profil déterminé au moyen du profil final et des épaisseurs d'enrobé stipulées.

La couche de surface en enrobé doit être mise en œuvre de manière à permettre le libre écoulement de l'eau vers les fossés et autres éléments de drainage. Elle doit être exempte d'accumulation d'eau à la réception. Si des accumulations sont présentes, l'entrepreneur doit proposer une méthode corrective qui respecte les exigences des plans et devis. Celle-ci doit être approuvée au préalable par le surveillant.

13.3.4.8 Réfection du revêtement d'entrées privées

Le revêtement des entrées privées, enlevé à la suite de travaux adjacents de reconstruction, de renforcement ou de rechargement, est refait et raccordé au nouveau revêtement de la chaussée.

13.3.4.9 Température de la chaussée pour remise en service

L'entrepreneur doit coordonner ses travaux de façon à limiter la circulation sur la surface de la chaussée non refroidie. La remise en service de la chaussée est permise lorsque les opérations de compactage sont terminées et que la température à la surface de l'enrobé est inférieure à la

température haute (H) de la classe de performance PG Hn-L (52, 58 ou 64 °C) associée au bitume utilisé dans la formule de mélange. Si ce critère de température n'est pas respecté, l'entrepreneur peut refroidir, à ses frais, les surfaces en les aspergeant d'eau. À la suite d'un refroidissement provoqué, des lectures de température sont requises sur des sections préalablement asséchées depuis au moins 5 minutes.

Le Ministère peut retarder la remise en service si, malgré le respect de l'exigence de température de surface, une déformation est constatée à la suite du passage des véhicules de chantier.

13.3.5 MODE DE PAIEMENT

13.3.5.1 Transport du bitume

Lorsque le Ministère fournit le bitume pour la fabrication des enrobés, le transport du bitume utilisé est payé à la tonne, transporté à partir du lieu d'approvisionnement. Dans le cas où le Ministère demande à l'entrepreneur de s'approvisionner à un lieu autre que celui qui est prévu aux plans et devis, le prix stipulé au bordereau est révisé, à la hausse ou à la baisse, suivant le taux fixé annuellement par le Ministère.

Le transport du bitume neuf ajouté au mélange est payé à la tonne d'après la quantité calculée à partir de la formule finale d'enrobé. Le transport du bitume déjà présent dans les granulats bitumineux récupérés n'est pas payé. Cette quantité est déterminée à partir du pourcentage de bitume des granulats bitumineux récupérés fixé par la formule finale d'enrobé.

13.3.5.2 Ajustement du prix du bitume

Lorsque l'entrepreneur fournit le bitume dans le contexte d'un contrat pour la fabrication des enrobés payés à la tonne et que leur masse totale représente plus de 250 t pour l'ensemble des mélanges du contrat, un montant d'ajustement du prix du bitume (excluant son transport) est établi à la hausse ou à la baisse, selon la fluctuation d'un prix de référence du bitume.

Le prix de référence utilisé pour le calcul de l'ajustement est le prix de référence du bitume de classe de performance PG 58S-28, PG 58H-34 ou PG 58E-34 publié par le Ministère. Le prix de référence utilisé pour les bitumes T, THRD ou HRD est celui de leur classe de performance, sans tenir compte du suffixe.

13 | Revêtement de chaussée en enrobé

Le tableau suivant indique le prix de référence retenu pour le calcul de l'ajustement, selon la classe de performance du bitume utilisé lors des travaux.

Classe de performance du bitume utilisé	Classe de référence retenue pour le calcul de l'ajustement
PG 52S-34	PG 58S-28
PG 58S-28	
PG 58H-34	PG 58H-34
PG 64H-28	
PG 52V-40	PG 58E-34
PG 58E-34	
PG 64E-28	
PG 64E-34	
PG 64U-28	

Pour tous les autres cas, le prix de référence retenu pour le calcul de l'ajustement est celui de la classe de performance PG 58H-34.

Pour chaque classe de performance de bitume, un ajustement est effectué chaque mois lorsqu'il y a pose d'enrobé et qu'une variation supérieure à 5 % est enregistrée par rapport au prix de référence du bitume applicable inscrit aux plans et devis.

Le montant d'ajustement est établi en appliquant le prix de référence du bitume du mois pendant lequel sont exécutés les travaux de pose d'enrobé.

L'ajustement est calculé de la façon suivante :

1. Si $PR_e > 1,05 PR_s$, le Ministère verse à l'entrepreneur une compensation comparable à la hausse du prix du bitume de référence qui excède 105 %. Cette compensation est calculée de la façon suivante :

$$MA = (PR_e - 1,05 PR_s) \times \left(\text{quantité de bitume utilisée durant le mois} \right)$$

2. Si $PR_e < 0,95 PR_s$, le Ministère retient de l'entrepreneur un montant comparable à la baisse du prix du bitume de référence qui est inférieure à 95 %. Cette retenue est calculée de la façon suivante :

$$MA = (0,95 PR_s - PR_e) \times \left(\text{quantité de bitume utilisée durant le mois} \right)$$

où

MA : montant d'ajustement du prix du bitume (\$)

PR_s : prix de référence du bitume inscrit aux plans et devis (\$/t)

PR_e : prix de référence du bitume du mois pendant lequel s'exécutent les travaux (\$/t)

Dans les deux cas, la quantité de bitume utilisée est déterminée à partir du pourcentage de bitume total de la formule finale d'enrobé, excluant le bitume présent dans les granulats bitumineux récupérés, lorsque de tels granulats sont utilisés.

13.3.5.3 Conciliation du bitume

Lorsque le Ministère fournit le bitume pour la fabrication des enrobés payés à la tonne, l'entrepreneur doit s'approvisionner au lieu indiqué aux plans et devis au moment de l'exécution des travaux de pose d'enrobé.

La quantité de bitume utilisée est déterminée à partir du pourcentage de bitume fixé par la formule finale d'enrobé en excluant le bitume présent dans les granulats bitumineux récupérés, lorsque de tels granulats sont utilisés.

Le transport du bitume est payé à la tonne, d'après la quantité calculée à partir de la formule finale d'enrobé. Le transport du bitume déjà présent dans les granulats bitumineux récupérés n'est pas payé. Cette quantité est déterminée à partir du pourcentage de bitume des granulats bitumineux récupérés fixé par la formule finale d'enrobé.

Au cours de chaque exercice financier, soit du 1^{er} avril d'une année au 31 mars de l'année suivante, une conciliation et un règlement doivent intervenir entre le Ministère et l'entrepreneur :

- chaque fois que, durant la période de fabrication des enrobés nécessaires à la réalisation du contrat, il y a un changement du prix unitaire du bitume payé par le Ministère;
- le dernier jour de fabrication des enrobés nécessaires à la réalisation du contrat.

À chacune des conciliations, le montant retenu ou payé à l'entrepreneur pour la fourniture du bitume nécessaire à la réalisation du contrat est déterminé d'après les règles suivantes :

- si la quantité de bitume utilisée est supérieure à la quantité fournie par le Ministère avant ou pendant la période de fabrication des enrobés, la différence est payée au prix que le Ministère paie à la date de fabrication des enrobés;
- si elle est inférieure, la différence est retenue du prix que le Ministère paie à la date de fabrication des enrobés.

13 | Revêtement de chaussée en enrobé

Exceptionnellement, si du bitume fourni par le Ministère ne peut pas être utilisé pour réaliser le contrat durant un exercice financier, soit parce qu'il est livré après la dernière date de fabrication des enrobés du contrat, soit parce qu'aucune quantité d'enrobé n'est produite pour réaliser le contrat, ce bitume fait l'objet d'une conciliation spéciale et un règlement est fait au prix payé par le Ministère lors de la fourniture, aussitôt que celui-ci possède l'information requise.

13.3.5.4 Ajustement du prix de l'huile à chauffage

Dans le cadre de contrats d'approvisionnement en enrobé à la tonne et de fabrication et de pose d'enrobé de gré à gré sans appel d'offres, le montant alloué aux fournisseurs d'enrobés pour le chauffage des composants de l'enrobé est fixé à la fin de chaque année par le Ministère pour toute la saison de production de l'année suivante. La référence de base est le prix de vente moyen de l'huile à chauffage n°2 pour Montréal selon le Oil Price Information Service (OPIS) de Dow Jones and Company.

Cependant, si une variation égale ou supérieure à 0,03 \$/l par rapport à la référence de base survient au cours de l'année, les montants alloués sont révisés, à la hausse ou à la baisse, conformément aux règles établies par le Ministère.

13.3.5.5 Enrobé

L'enrobé est payé à la tonne. Le prix couvre notamment la fourniture et le transport de tous les matériaux requis pour la fabrication de l'enrobé, sauf le bitume pour enrobé s'il est fourni par le Ministère, la fabrication de l'enrobé, le chargement, la mise en œuvre, le compactage ainsi que le liant d'accrochage pour badigeonnage de joints, la réalisation et l'enlèvement du raccordement temporaire, et il inclut toute dépense incidente. Le transport à partir de la centrale d'enrobage jusqu'au site des travaux est également inclus en totalité dans le prix, sauf si le transport additionnel fait l'objet d'un article au bordereau.

13.3.5.6 Revêtement d'entrées privées

Lorsque l'ouvrage ne fait pas l'objet d'un article particulier au bordereau, les travaux requis tels que la préparation de la surface, les granulats, le liant d'accrochage et l'enrobé sont payés à même les ouvrages prévus pour la chaussée et indiqués au bordereau. Les quantités et les prix de ces ouvrages indiqués au bordereau couvrent tous les travaux additionnels requis pour la réfection du revêtement des entrées privées.

Lorsque la réfection du revêtement d'entrées privées fait l'objet d'un article au bordereau, elle est payée au mètre carré de surface de revêtement refait. Le prix couvre notamment la préparation de la surface ainsi que les coûts additionnels relatifs à la pose des granulats, de liant d'accrochage et d'enrobé, et il inclut toute dépense incidente. De plus, les granulats, le liant d'accrochage et les enrobés utilisés pour la réfection du revêtement des entrées privées sont payés à même les ouvrages prévus pour la chaussée et indiqués au bordereau.

13.4 RECHARGEMENT ET MISE EN FORME DES ACCOTEMENTS EN MATÉRIAUX GRANULAIRES APRÈS LA POSE D'ENROBÉ

Lorsque cela est spécifié, l'entrepreneur doit, après les travaux de revêtement de chaussée en enrobé, faire l'épandage de matériaux granulaires pour recharger et mettre en forme les accotements en matériaux granulaires au même niveau que la couche de surface du revêtement.

Si des travaux de rechargement et de mise en forme des accotements granulaires après la pose d'enrobé ont lieu entre le coucher et le lever du soleil, l'entrepreneur doit mettre en place sur le chantier un dispositif permettant d'éclairer adéquatement la zone de travaux. L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 2 semaines avant le début des travaux de rechargement et de mise en forme des accotements granulaires après la pose d'enrobé, le plan du dispositif d'éclairage qu'il prévoit utiliser.

13.4.1 MATÉRIAUX

Le matériau granulaire utilisé doit répondre aux exigences des plans et devis et être conforme à la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », « Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement », et ce, après la mise en œuvre des matériaux.

13.4.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

13.4.2.1 Attestation de conformité

Pour chaque source de matériaux granulaires et au moins 7 jours avant la première livraison, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité répondant aux exigences de l'attestation de conformité des matériaux de fondation de chaussée de la section « Fondations de chaussée ». Toutefois, pour répondre aux exigences granulométriques, la moyenne pondérée des résultats de matériaux granulaires d'une même



13 | Revêtement de chaussée en enrobé

réserve doit être conforme aux exigences de la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», tableau II-1.

13.4.3 MISE EN ŒUVRE

Le matériau granulaire doit être déversé en bordure du revêtement seulement lorsque la température du revêtement posé est inférieure à 50 °C. Les matériaux granulaires doivent être épandus et nivelés de façon à donner à l'accotement sa pente théorique, même sous les glissières et vis-à-vis des entrées privées, sans toutefois créer d'andains. L'accotement doit avoir une largeur uniforme et être densifié selon les exigences suivantes :

- pour les travaux incluant la mise en place de matériaux de fondation sous la surface en rechargement, les exigences de compacité en chantier des matériaux de fondation de la section «Fondations de chaussée» s'appliquent;
- pour les autres travaux, un minimum de 2 passages de rouleau compacteur est exigé.

Des équipements d'épandage et de compactage adaptés doivent être utilisés en présence de glissières.

Les matériaux granulaires laissés sur le revêtement doivent être enlevés.

La construction des accotements doit être terminée au plus tard 48 heures après la fin des travaux de revêtement de chaussée en enrobé effectués une journée donnée.

Dès que l'entrepreneur anticipe un dépassement des quantités prévues, il doit immédiatement en aviser le surveillant.

13.4.4 MODE DE PAIEMENT

Les matériaux granulaires sont payés selon le mode de paiement pour les matériaux de fondation de chaussée.

14 | Revêtement de chaussée en béton

14.1 PRÉPARATION DE LA SURFACE

14.1.1 MATÉRIAUX

14.1.1.1 Matériau granulaire pour correction de fondation

Les matériaux granulaires doivent être conformes aux exigences des matériaux de fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée».

L'entrepreneur doit remettre au surveillant une attestation de conformité pour chaque réserve de matériau granulaire utilisé pour la correction du profil de la chaussée. L'attestation de conformité doit comprendre l'information décrite à l'article portant sur l'assurance de la qualité pour les matériaux de fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée».

14.1.1.2 Enrobé pour correction de surfaces

L'enrobé doit satisfaire aux exigences de la norme 4202 du Ministère.

14.1.2 MISE EN ŒUVRE

La mise en forme de la surface à recouvrir doit se faire en corrigeant les profils longitudinal et transversal et en donnant à la chaussée le bombement et les dévers requis. Elle doit être réalisée sur toute la largeur de la chaussée de façon à permettre le libre écoulement de l'eau vers les fossés. Cette surface doit se prolonger latéralement sur une largeur minimale de 1,35 m de chaque côté de façon à assurer une assise ferme et un nivellement adéquat des chenilles de la machine à coffrages glissants.

14.1.2.1 Surface granulaire

À la demande du surveillant, l'entrepreneur doit scarifier la surface granulaire existante sur une profondeur minimale de 100 mm pour rendre les matériaux de surface meubles et homogènes et en permettre la mise en forme et le compactage adéquat.

Les cailloux de 80 mm et plus dégagés durant la scarification ainsi que les matériaux impropres doivent être ramassés et mis au rebut.

Les granulats pour fondation et pour construction d'accotements sont épanchés et densifiés selon les exigences de mise en œuvre des matériaux de fondation de chaussée, sauf que la couche de correction peut être d'épaisseur variable selon les travaux à réaliser et la correction de profil à effectuer.

Avant que la mise en place du béton soit entreprise, la fondation doit être arrosée afin d'obtenir une surface humide, mais sans flaques d'eau.

14.1.2.2 Surface en enrobé ou en béton

La surface à recouvrir doit être nettoyée de toute boue et débarrassée de tout débris et de toute matière nuisible. Au besoin, elle doit être balayée manuellement ou mécaniquement au moyen d'un matériel spécifiquement destiné au balayage, au nettoyage et au ramassage des poussières et des débris.

Les surfaces raboteuses et irrégulières sont corrigées à l'enrobé ou par planage mécanique.

Par temps chaud, l'entrepreneur doit enduire la surface bitumineuse d'un mélange de chaux hydratée et d'eau sans addition de sel, ou d'un matériau de cure formant membrane pigmentée blanc et conforme aux exigences de la norme 3501 du Ministère si la température de la surface ne se maintient pas sous les 35 °C.

14.1.3 CONTRÔLE DE RÉCEPTION

Un minimum de 2500 m² de surface à recouvrir doit être préparé avant d'entreprendre le bétonnage.

Le Ministère se réserve un délai de 4 heures pour permettre au surveillant d'effectuer la vérification de la surface à recouvrir.

Le profil final avant recouvrement ne doit pas varier de plus de 10 mm par rapport au profil exigé. Aucune irrégularité ou dépression ne doit excéder 10 mm dans 3 m mesurée selon la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère.

Un soin particulier doit être apporté aux approches des ponts, aux intersections et aux croisements des voies ferrées pour un agencement adéquat des profils. Les joints de dilatation d'une structure et les abords des rails d'une voie ferrée doivent être constamment maintenus exempts de matériaux granulaires ou étrangers.

Après acceptation par le surveillant de la surface à recouvrir, l'entrepreneur est autorisé à procéder aux travaux de revêtement en béton. L'entrepreneur demeure responsable des dommages pouvant survenir à la surface à recouvrir.

14.1.4 MODE DE PAIEMENT

Lorsque l'ouvrage est indiqué au bordereau, la préparation de la surface est payée au mètre carré. Le prix couvre notamment la scarification, l'enlèvement et la mise au rebut des matériaux impropres, la mise en forme, la correction, le planage, le nettoyage ainsi que le compactage, et il inclut toute dépense incidente.

La superficie payée est celle du recouvrement. Toutefois, lorsqu'une scarification d'une profondeur minimale de 100 mm est exigée sur toute la largeur

14 | Revêtement de chaussée en béton

de la chaussée, la superficie payée est celle du recouvrement plus celle des accotements à leur niveau supérieur selon les dimensions stipulées aux plans et devis ou fixées par le surveillant.

Si la préparation de surface ne fait pas l'objet d'un article particulier au bordereau, l'entrepreneur doit en répartir les coûts dans le prix du revêtement de chaussée en béton.

14.2 CONSTRUCTION DU REVÊTEMENT DE CHAUSSEE EN BÉTON

14.2.1 MATÉRIAUX

14.2.1.1 Béton

Le béton mis en place au moyen de la machine à coffrages glissants doit être conforme aux caractéristiques des mélanges de type IIIA ou IIIB de la norme 3101 du Ministère.

Le béton mis en place au moyen d'une règle vibrante ou manuellement doit être conforme aux caractéristiques des mélanges de type IIIA ou IIIB de la norme 3101 du Ministère, sauf en ce qui concerne l'affaissement, qui doit être de 80 mm $\pm$ 30 mm.

14.2.1.2 Goujon

14.2.1.2.1 Goujon en acier

Le goujon en acier doit être une barre lisse de nuance minimale 300W, conforme à la norme 6101 du Ministère en excluant l'essai Charpy, et être recouvert d'époxy conforme à la norme AASHTO M254 «Standard Specification for Corrosion-Resistant Coated Dowel Bars». De plus, le goujon doit être recouvert d'un enduit contre l'adhérence au béton recommandé par le fabricant d'enduit et qui respecte l'exigence de résistance maximale à l'arrachement spécifiée à la norme AASHTO M254 «Standard Specification for Corrosion-Resistant Coated Dowel Bars». Le goujon doit être exempt de bavures, de distorsions et de plis l'empêchant de glisser facilement dans le béton durci.

14.2.1.2.2 Goujon en polymère renforcé de fibres de verre

Le goujon en polymère renforcé de fibres de verre (PRFV) doit être une barre lisse conforme à la norme 15101 du Ministère.

14.2.1.3 Tirant et armature

14.2.1.3.1 Tirant et armature en acier

Le tirant et l'armature en acier doivent être une barre crénelée 15M de nuance 400W, conforme à la norme 5101 du Ministère.

14.2.1.3.2 Tirant en polymère renforcé de fibres de verre

Le tirant en PRFV doit être une barre de diamètre désigné de 20 mm conforme à la norme 15101 du Ministère.

14.2.1.4 Produits d'ancrage pour goujons et tirants

Les produits d'ancrage doivent être à base de liant époxydique, conformes à la norme ASTM C881/C881M «Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding Systems for Concrete». La résistance minimale à l'arrachement doit être supérieure à 40 kN, mesurée selon la norme ASTM E488/E488M «Standard Test Methods for Strength of Anchors in Concrete Elements», avec une barre d'armature 15M et une profondeur d'ancrage de 75 mm.

14.2.1.5 Planche compressible

Lorsqu'elle est exigée, la planche compressible doit être conforme à la norme ASTM D1751 «Standard Specification for Preformed Expansion Joint Filler for Concrete Paving and Structural Construction (Nonextruding and Resilient Bituminous Types)» ou à la norme ASTM D1752 «Standard Specification for Preformed Sponge Rubber Cork and Recycled PVC Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction».

14.2.1.6 Matériaux de cure

Le matériau de cure doit être conforme aux exigences de la norme 3501 du Ministère.

Le matériau de cure formant membrane doit être pigmenté blanc (type 2).

14.2.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

14.2.2.1 Planche compressible – Contrôle de réception

Lorsque le surveillant effectue un contrôle de réception, le prélèvement des échantillons consiste en un morceau de 400 mm de longueur sur 400 mm de largeur.

14.2.2.2 Béton

Il est de la responsabilité de l'entrepreneur d'établir les proportions des mélanges de béton de façon à répondre aux exigences des plans et devis et à produire les propriétés rhéologiques convenant au mode de mise en place et au maintien des caractéristiques physiques du béton.

14 | Revêtement de chaussée en béton

14.2.2.2.1 *Système qualité conforme à la norme ISO des cimenteries et des centrales de malaxage à sec*

Le ciment doit provenir d'une cimenterie qui détient un certificat d'enregistrement attestant que le système qualité est conforme à la norme ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité». Si des ajouts cimentaires sont mélangés au ciment à l'aide d'une centrale de malaxage à sec après la fabrication en cimenterie, cette centrale de malaxage à sec doit également détenir un tel certificat.

14.2.2.2.2 *Certification de l'usine de béton prêt à l'emploi*

Tous les bétons doivent être produits et livrés par un fabricant dont l'usine détient une certification assujettie aux exigences du fascicule BNQ 2621-905 «Béton prêt à l'emploi – Programme de certification (élaboré à partir de certaines exigences des normes CSA A23.1/A23.2)». Le certificat de conformité doit être obtenu avant le début de la fabrication du béton et la certification doit être maintenue pendant toute la période de production du béton.

Dans le cas de la production de béton à l'aide d'une bétonnière mobile, un certificat d'étalonnage des compteurs d'eau, d'adjuvant, de ciment et des ouvertures des trappes datant de moins d'un an pour chaque bétonnière mobile et pour chaque mélange de béton à produire doit être remis au surveillant en plus du certificat de conformité délivré par le BNQ.

Le certificat d'étalonnage doit être signé par un ingénieur relevant du responsable du contrôle de la qualité du fabricant. Un nouveau certificat d'étalonnage des ouvertures des portes et des débitmètres doit être délivré dans le cas d'un changement de source d'approvisionnement pour les matériaux cimentaires, les granulats et les adjuvants.

Les compteurs d'eau et le dispositif d'ouverture de trappes doivent permettre de mesurer les quantités des constituants indiqués à la fiche descriptive du mélange.

14.2.2.2.3 *Essai de convenance*

L'entrepreneur doit effectuer un essai de convenance pour les bétons de types IIIA et IIIB au moins 14 jours avant la date prévue pour la première coulée avec ce béton.

L'essai de convenance doit être réalisé à l'usine de fabrication du béton prévue pour le chantier.

L'essai de convenance consiste à fabriquer et à transporter, dans un camion à benne, une quantité d'environ 7 m³ de béton.

L'entrepreneur doit remettre au surveillant les fiches descriptives des mélanges qu'il se propose d'utiliser au moins 14 jours avant de procéder à l'essai de convenance. De plus, il doit remettre au surveillant, au moins 7 jours avant de procéder à l'essai de convenance, les résultats d'essais antérieurs des caractéristiques du béton plastique (teneur en air, affaissement, température) et de résistance à la compression à 7 jours.

L'échantillonnage et tous les essais doivent être réalisés selon les exigences de l'article concernant le contrôle de réception du béton. Les résultats d'essais doivent provenir d'échantillons produits à la même usine et avec des mélanges ayant les mêmes caractéristiques que ceux qui seront produits pour le chantier.

Une réunion préalable à l'essai de convenance, regroupant les représentants de l'entrepreneur, du fabricant de béton et du Ministère, doit être tenue au moins 7 jours avant la réalisation de l'essai de convenance. L'entrepreneur doit donner un avis écrit au surveillant d'au moins 24 heures, précisant la date et l'heure de l'essai de convenance.

Pour vérifier les caractéristiques du béton, l'entrepreneur doit respecter les exigences de l'article concernant le contrôle de réception du béton.

Lors de l'essai de convenance, l'entrepreneur doit vérifier à l'usine la conformité des caractéristiques du béton plastique (teneur en air, affaissement et température) et du béton durci (résistance à la compression à 7, à 14 et à 28 jours, résistance à la flexion à 7 jours [1 poutre] et à 28 jours [2 poutres] et caractéristiques du réseau de bulles d'air).

De plus, l'entrepreneur doit vérifier la conformité des caractéristiques du béton plastique (teneur en air, affaissement et température) et du béton durci (caractéristiques du réseau de bulles d'air) à deux moments :

- à la suite du transport dans le camion à benne correspondant à la distance maximale entre l'usine et le point de déchargement;
- jusqu'à ce que 45 minutes se soient écoulées après le chargement.

À la suite de l'essai de convenance, l'entrepreneur peut procéder à une première coulée avec ce béton seulement après que les résultats des essais de résistance à la compression à 14 jours et de caractéristiques du réseau de bulles d'air sont connus, transmis au surveillant et acceptés par

14 | Revêtement de chaussée en béton

écrit par ce dernier sur la base de résultats satisfaisants. Toutefois, le surveillant se réserve le droit d'attendre les résultats des essais de résistance à la compression et à la flexion à 28 jours. Le fait que le surveillant ait autorisé le bétonnage ne dégage pas l'entrepreneur de sa responsabilité de fournir des bétons conformes aux exigences.

L'entrepreneur doit réaliser un nouvel essai de convenance si les résultats de l'essai ne sont pas conformes aux exigences ou s'il y a un changement de l'un des constituants du béton à la fiche descriptive du mélange.

14.2.2.2.4 Contrôle de réception du béton

Le Ministère effectue un contrôle de réception sur tous les bétons :

a) Méthode d'échantillonnage et d'essai sur le béton plastique et durci

La méthode d'échantillonnage doit être conforme à la norme CSA A23.2-1C «Échantillonnage du béton plastique».

La méthode de détermination de la teneur en air du béton doit être conforme à la norme CSA A23.2-4C «Détermination de la teneur en air du béton plastique par la procédure de pression d'air», complétée par les recommandations du fabricant concernant l'étalonnage et le mode d'utilisation de l'appareil.

La méthode de détermination de l'affaissement du béton plastique doit être conforme à la norme CSA A23.2-5C «Affaissement du béton».

La mesure de la température du béton plastique doit être effectuée selon la norme CSA A23.2-17C «Détermination de la température du béton de ciment hydraulique frais».

La méthode de fabrication et de cure des éprouvettes de béton pour déterminer la résistance à la compression et en flexion doit être conforme à la norme CSA A23.2-3C «Confection et cure des éprouvettes de béton destinées aux essais de compression et de flexion».

La méthode de détermination des essais de résistance à la compression du béton doit être conforme à la norme CSA A23.2-9C «Détermination de la résistance à la compression d'éprouvettes de béton cylindriques».

La méthode de la détermination des essais de résistance en flexion doit être conforme à la norme CSA A23.2-8C «Détermination de la résistance à la flexion du béton (au moyen d'une poutre simple chargée au tiers)».

b) Vérification des caractéristiques du béton plastique

Le Ministère vérifie les caractéristiques du béton plastique (teneur en air, affaissement et température du béton), avant de procéder à la mise en place du béton, en effectuant les essais pertinents.

L'entrepreneur doit, lors de l'échantillonnage et de l'exécution des essais de contrôle sur le béton frais, signifier sur-le-champ tout commentaire concernant une méthode qu'il juge incorrecte et conserver un écrit à ce sujet.

L'entrepreneur doit attendre les résultats des essais de vérification sur le béton plastique avant de poursuivre le déchargement du camion.

Les essais de vérification de la teneur en air, de l'affaissement et de la température doivent être également réalisés lors de la confection des éprouvettes destinées aux essais de résistance à la compression.

Tout chargement non conforme aux exigences de la teneur en air, de la température ou de l'affaissement est refusé et non payé.

• Cadence des vérifications

La vérification des caractéristiques du béton plastique (teneur en air, affaissement et température) est effectuée sur les 2 premiers chargements et, si le béton est conforme aux exigences, une vérification est alors exécutée tous les 3 chargements ou selon une cadence déterminée par le surveillant lors d'une réunion de chantier précédant les travaux de bétonnage, sans jamais excéder 75 m³. Si un chargement s'avère non conforme, le chargement suivant doit être vérifié, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il y ait 2 chargements consécutifs qui soient conformes.

c) Vérification de la résistance du béton

Les moules utilisés pour le prélèvement des éprouvettes destinées à l'essai de résistance en compression doivent être réutilisables, en plastique à base de polyuréthane. L'épaisseur minimale des parois est de 5 mm pour les moules de 150 mm × 300 mm et de 3,4 mm pour les moules de 100 mm × 200 mm. L'utilisation des moules en plastique ABS est interdite.

Le choix de la dimension du moule utilisé pour le contrôle de la résistance en compression doit faire l'objet d'une entente préalable entre l'entrepreneur et le surveillant. Toutefois, l'utilisation du moule de 100 mm × 200 mm est interdite lorsque la grosseur maximale du granulat est égale ou supérieure à 28 mm.



14 | Revêtement de chaussée en béton

• Cadence d'échantillonnage

Les échantillons pour les essais de résistance en compression sont prélevés de façon aléatoire en fonction des quantités utilisées sur le chantier, ou en fonction de la formation de lots décidée lors d'une réunion de chantier précédant les travaux de bétonnage.

Un lot représente 450 m³ ou moins d'un béton fourni dans une période de 30 jours entre le prélèvement du premier et du dernier échantillon du lot. Les lots sont formés par type de béton, par formule de mélange, par usine de fabrication et par partie d'ouvrage. Au moins un échantillon doit être prélevé tous les 75 m³. Les lots doivent être constitués selon la chronologie, par groupes de 2 à 24 résultats d'essais.

Lorsque l'usine produit du béton de façon continue à l'usage exclusif du chantier, le béton destiné au revêtement en béton et mis en place au moyen de la machine à coffrages glissants est échantillonné tous les 225 m³ et au moins une fois par jour. Dans ce cas, un lot représente 900 m³ ou moins de ce béton.

Si la quantité de béton à produire excède 450 m³ ou 900 m³, selon le cas, ou que le nombre d'échantillons excède 24, la formation des lots doit être planifiée de façon à obtenir des lots sensiblement égaux.

Pour chaque essai de résistance à la compression, 3 éprouvettes cylindriques de dimensions nominales de 100 mm de diamètre sur 200 mm de hauteur doivent être fabriquées. Cependant, la dimension du cylindre doit correspondre aux limites des dimensions du granulat indiquées dans l'article 8.2 de la méthode d'essai 3C de la norme CSA A23.2. Une éprouvette est soumise à un essai de résistance à la compression à l'âge de 7 jours. Les 2 autres éprouvettes doivent avoir 28 jours d'âge avant d'être soumises à l'essai de résistance à la compression.

d) Possibilité offerte à l'entrepreneur de vérifier les caractéristiques du béton plastique sur le chantier ou à l'usine

L'entrepreneur peut mandater à ses frais un laboratoire enregistré de son choix pour faire, à la place du Ministère, la vérification des caractéristiques du béton plastique selon les exigences de l'article concernant la vérification des caractéristiques du béton plastique. L'entrepreneur doit informer le

surveillant, lors de la première réunion de chantier, de son intention ou non de mandater un laboratoire pour vérifier les caractéristiques du béton plastique. Le certificat ACI du personnel mandaté par l'entrepreneur doit être présenté au surveillant avant toute vérification du béton. Le technicien du laboratoire du Ministère devient alors observateur et il a droit de regard sur les essais. S'il juge qu'une méthode d'essai est réalisée de façon incorrecte, il le signale sur-le-champ au technicien mandaté par l'entrepreneur pour réaliser l'essai, qui doit prendre les mesures pour corriger la situation. En cas d'inaction, l'observateur peut, lui aussi, procéder à la vérification du béton plastique selon les exigences de l'article «Vérification des caractéristiques du béton plastique». Le surveillant est alors appelé à trancher de façon à retenir un seul résultat par chargement.

Si l'entrepreneur ne désire pas réaliser la vérification des caractéristiques du béton plastique, il peut demander qu'un laboratoire enregistré de son choix soit observateur et, dans ce cas, la procédure réciproque s'applique.

e) Possibilité offerte à l'entrepreneur de déléguer un observateur au laboratoire désigné par le Ministère

En tout temps, l'entrepreneur peut déléguer à ses frais un observateur, provenant d'un laboratoire enregistré de son choix, au laboratoire désigné par le Ministère pour s'assurer que les conditions de conservation et les méthodes de préparation et de rupture des éprouvettes sont conformes aux normes. Tout commentaire concernant l'application jugée incorrecte d'une méthode par cet observateur doit être signifié sur-le-champ au technicien du laboratoire désigné par le Ministère.

L'entrepreneur doit informer le surveillant, lors de la première réunion de chantier, de son intention ou non de déléguer un observateur au laboratoire désigné par le Ministère.

f) Possibilité offerte à l'entrepreneur d'utiliser un droit de recours concernant la résistance à la compression du béton

Dans le cas du béton coulé en place utilisé dans la construction d'une chaussée en béton, l'entrepreneur peut se prévaloir d'un recours portant sur la résistance à la compression du béton.

Lorsque l'entrepreneur désire se prévaloir d'un recours pour un lot donné, il doit en faire mention au cours d'une réunion de chantier préalable au bétonnage et aviser par écrit le surveillant au

14 | Revêtement de chaussée en béton

moins 5 jours avant le début du bétonnage du lot faisant l'objet du recours. Cet avis doit contenir l'information suivante :

- le nom du fournisseur de béton;
- le certificat de qualification « Technicien d'essais du béton au chantier – Niveau I », délivré par l'American Concrete Institute (ACI), du personnel mandaté par l'entrepreneur et responsable du prélèvement des éprouvettes;
- le nom et la copie du certificat d'enregistrement conforme à la norme ISO du laboratoire enregistré, mandaté par l'entrepreneur et autre que celui du fournisseur de béton, responsable du transport des éprouvettes et des essais de résistance à la compression à 28 jours;
- le lot faisant l'objet du recours.

Une réunion regroupant le surveillant, le laboratoire désigné par le Ministère ainsi que les représentants de l'entrepreneur et du fournisseur de béton doit être tenue au moins 24 heures avant le début du bétonnage du lot visé par le recours afin de convenir, entre autres, des modalités d'identification, de conservation, de cure et de transport des éprouvettes.

Le Ministère peut auditer le laboratoire enregistré mandaté par l'entrepreneur.

Les frais engagés par l'entrepreneur pour l'application du recours sont à sa charge.

Lorsque l'entrepreneur s'est prévalu d'un droit de recours pour un lot donné, le technicien mandaté par l'entrepreneur et responsable du prélèvement des éprouvettes doit prélever le même nombre d'échantillons que celui qui est prévu à l'article concernant la vérification de la résistance à la compression du béton. Les éprouvettes doivent provenir de la même opération de prélèvement que celle qui est effectuée par le technicien du laboratoire désigné par le Ministère et être inscrites par le technicien mandaté par l'entrepreneur sur le formulaire du Ministère intitulé *Béton – Chantier et résistance en compression*. De plus, chaque éprouvette doit être identifiée à l'aide de la carte d'échantillon fournie par le Ministère. Le formulaire et la carte d'échantillon doivent être signés par le technicien mandaté par l'entrepreneur et par celui du laboratoire désigné par le Ministère.

Le transport de ces éprouvettes au laboratoire enregistré mandaté par l'entrepreneur pour effectuer les essais de résistance à la compression est fait par ce même laboratoire ou par le personnel mandaté par l'entrepreneur pour le prélèvement des éprouvettes.

Chaque éprouvette prélevée dans le cadre d'un droit de recours doit être soumise à l'essai de résistance à la compression. Chacun des résultats d'essai, identifié conformément aux données de sa carte d'échantillon, doit être inscrit sur le formulaire du Ministère intitulé *Ouvrages d'art et autres travaux en béton – Rapport par lot*. Ce formulaire et la carte d'échantillon de chaque éprouvette prélevée par le technicien mandaté par l'entrepreneur doivent être transmis au surveillant au plus tard 48 heures suivant la réalisation de l'essai.

14.2.2.2.5 Critères d'évaluation de la conformité de la résistance à la compression du béton

Pour chaque lot, la conformité de la résistance à la compression du béton est déterminée à partir de la moyenne des résultats des essais de résistance mesurée sur les éprouvettes à 28 jours en tenant compte des critères suivants :

a) Limite supérieure de la résistance

Pour calculer la résistance du béton d'un lot, les éprouvettes ayant une résistance supérieure à 150 % de la résistance exigée sont considérées comme ayant une résistance égale à 150 % de la résistance exigée.

b) Rejet de béton

Lorsque les mesures indiquent que la résistance d'un échantillon est inférieure à 76 % de la résistance exigée, le béton représenté par cet échantillon est non conforme et n'est pas payé. La partie de l'ouvrage construite avec ce béton est considérée comme défectueuse et doit être refaite selon les plans et devis aux frais de l'entrepreneur.

Dans le cas où une certaine quantité de béton d'un lot est rejetée, la résistance moyenne mesurée et la résistance moyenne tolérable du lot restant sont calculées en excluant les échantillons représentant le béton rejeté. La résistance moyenne tolérable est celle fixée par le nombre d'échantillons, tel que cela est défini au paragraphe d).

c) Béton de résistance à la compression supérieure à la résistance exigée

Il n'y a pas de paiement en surplus pour du béton qui, par lot, a une résistance supérieure à la résistance exigée.

d) Résistance moyenne tolérable (R_t)

La résistance moyenne tolérable (R_t) d'un lot ayant plus d'un échantillon, nécessaire pour réviser le prix unitaire du béton lorsque la résistance

14 | Revêtement de chaussée en béton

moyenne d'un lot se situe entre la résistance moyenne tolérable et la résistance critique, est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$R_t = f'_c + \left(\frac{k \times d}{100} \right)$$

où

f'_c : résistance à la compression du béton exigée

k : facteur d'acceptation suivant le nombre d'échantillons du lot

d : indice de dispersion des échantillons du lot

$$d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R)^2}{n - 1}}$$

où

R_i : résistance de chacun des échantillons du lot

R : résistance moyenne mesurée du lot

n : nombre d'échantillons du lot

Les valeurs de k sont montrées dans le tableau suivant :

n	k	n	k	n	k
2	-88	10	41	18	54
3	-9	11	43	19	55
4	10	12	45	20	56
5	19	13	47	21	57
6	26	14	49	22	58
7	31	15	50	23	59
8	34	16	52	24	60
9	38	17	53		

e) Acceptation d'un lot

Si la résistance moyenne d'un lot est supérieure à la résistance critique, soit 80 % de la résistance exigée, le lot est accepté et payé selon les modalités de l'article portant sur le calcul du prix unitaire révisé pour la résistance à la compression du béton. Sinon, l'ouvrage est considéré comme défectueux et doit être refait selon les plans et devis aux frais de l'entrepreneur.

f) Écart entre les résultats de 2 éprouvettes

Si l'écart des résultats d'un échantillon formé de 2 éprouvettes à 28 jours est supérieur à 5 MPa, l'échantillon est jugé défectueux et la valeur de sa résistance n'est pas retenue pour l'évaluation de la conformité. La quantité de béton représentée par cet échantillon est alors payée au prix unitaire.

Toutefois, lorsqu'un lot contient des échantillons défectueux, le Ministère peut procéder à une réévaluation pour déterminer la résistance à la compression de la partie d'ouvrage représentée par cet échantillon défectueux. La détermination de la conformité et l'acceptation du lot dans ce cas sont faites en fonction des résultats obtenus à la suite de cette réévaluation.

Dans le cas où l'entrepreneur s'est prévalu d'un recours pour la résistance à la compression du béton, l'écart entre les résultats de 2 éprouvettes est calculé pour les échantillons d'un même laboratoire.

g) Essais de résistance à la compression du béton à retenir dans le cas d'un recours de l'entrepreneur

Dans le cas où l'entrepreneur s'est prévalu d'un recours pour la résistance à la compression du béton, le surveillant évalue la conformité des échantillons et calcule la résistance à la compression de chacun des échantillons du lot (R_i) comme suit :

- si l'écart entre les résultats des éprouvettes du laboratoire désigné par le Ministère est conforme et que celui entre les éprouvettes du laboratoire enregistré mandaté par l'entrepreneur est conforme, la résistance de l'échantillon est la moyenne des résultats des éprouvettes provenant du laboratoire désigné par le Ministère et du laboratoire enregistré mandaté par l'entrepreneur;
- si l'écart entre les résultats des éprouvettes du laboratoire désigné par le Ministère est conforme et que celui entre les éprouvettes du laboratoire enregistré mandaté par l'entrepreneur est non conforme, la résistance de l'échantillon est la moyenne des résultats des éprouvettes provenant du laboratoire désigné par le Ministère;
- si l'écart entre les résultats des éprouvettes du laboratoire désigné par le Ministère est non conforme et que celui entre les éprouvettes du laboratoire enregistré mandaté par l'entrepreneur est conforme, la résistance de l'échantillon est la moyenne des résultats des éprouvettes provenant du laboratoire enregistré mandaté par l'entrepreneur.

14 | Revêtement de chaussée en béton

Ces résultats sont par la suite utilisés pour calculer la résistance moyenne mesurée (R) du lot et la résistance moyenne tolérable (R_t) du lot.

Si l'écart entre les résultats des éprouvettes du laboratoire désigné par le Ministère est non conforme et que celui entre les éprouvettes du laboratoire de l'entrepreneur est non conforme, la résistance de l'échantillon (R_i) ne peut pas être calculée. Les échantillons sont jugés défectueux et leur valeur est rejetée. La quantité de béton représentée par ces échantillons est alors payée au prix unitaire.

14.2.2.2.6 *Vérification de la résistance à la compression du béton à l'aide d'éprouvettes témoins*

Lorsque des essais sont réalisés sur des éprouvettes témoins de l'entrepreneur mûries dans les mêmes conditions que le béton du revêtement, au moins 3 éprouvettes témoins par bétonnage doivent être fabriquées. Les éprouvettes doivent avoir les mêmes caractéristiques que celles décrites à l'article «Contrôle de réception du béton». Ces éprouvettes doivent être mûries au chantier, dans des conditions de température représentant celles du béton en surface de l'élément et selon la même méthode de cure que celle qui est employée au chantier. Il ne doit pas s'écouler plus de 6 heures entre la récupération des éprouvettes témoins au chantier et la réalisation de l'essai de résistance à la compression du béton en laboratoire.

14.2.2.3 **Goujons en acier**

14.2.2.3.1 *Attestation de conformité*

a) **Acier**

Pour chaque livraison de goujons, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom du fabricant des barres d'acier;
- la nuance;
- la grosseur;
- la désignation CSA;
- la composition chimique;
- la limite d'élasticité;
- la résistance ultime en traction;
- l'allongement à la rupture;
- le numéro du lot de production.

Un lot de production correspond à une coulée de l'aciérie.

Le numéro du lot de production doit être facilement repérable sur le bon de livraison.

b) *Enduit anticorrosion et contre l'adhérence*

Avant la livraison des goujons en acier au chantier, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité du fournisseur de l'enduit anticorrosion et contre l'adhérence contenant les résultats des essais définis selon les exigences de la norme AASHTO T253 «Standard Method of Test for Coated Dowel Bars».

Pour chaque livraison de goujons en acier recouverts d'un enduit, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité délivrée par l'applicateur d'enduit anticorrosion et d'enduit contre l'adhérence. Cette attestation doit contenir l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom du fabricant de l'enduit anticorrosion;
- le nom de l'applicateur de l'enduit anticorrosion;
- la masse et l'épaisseur de l'enduit anticorrosion;
- le nom du fabricant et le type d'enduit contre l'adhérence;
- le numéro du lot de production.

Un lot de production est constitué de goujons ayant subi la même séquence d'application, avec le même matériau, chez le même applicateur.

14.2.2.3.2 *Contrôle de réception*

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en 2 goujons recouverts d'un enduit par lot de production.

14.2.2.4 **Goujons en polymère renforcé de fibres de verre**

Au moins 8 semaines avant la livraison des goujons au chantier, l'entrepreneur doit fournir au surveillant le nom du fabricant des goujons en PRFV.

14.2.2.4.1 *Attestation de conformité*

Pour chaque livraison de goujons en PRFV, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information spécifiée à la norme 15101 du Ministère, pour chaque lot de production.

14.2.2.4.2 *Contrôle de réception*

Pour chaque livraison de goujons en PRFV, l'entrepreneur doit remettre au surveillant un bordereau de livraison indiquant les quantités de goujons par lot de production. S'il n'est pas possible de rattacher les quantités de goujons à un lot donné, alors le lot en question est rejeté.

14 | Revêtement de chaussée en béton

Le Ministère se réserve le droit de vérifier toutes les caractéristiques mécaniques et physico-chimiques des goudrons en PRFV selon les exigences de la norme 15101 du Ministère.

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, il est fait une fois que la production de tous les goudrons est terminée. Le prélèvement des échantillons se fait de façon aléatoire chez le fabricant ou à l'endroit d'entreposage, au moins 6 semaines avant leur mise en place, et consiste en 15 goudrons de chaque diamètre et par lot de production.

14.2.2.5 Tirants et armatures en acier

14.2.2.5.1 Attestation de conformité

Pour chaque livraison de tirants ou d'armatures, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante :

- le nom du fabricant des barres d'acier;
- la nuance;
- la grosseur;
- la désignation CSA;
- la résistance ultime en traction;
- le numéro du lot de production.

14.2.2.5.2 Contrôle de réception

Lorsque le surveillant effectue un contrôle de réception, le prélèvement des échantillons consiste en 2 tirants et 2 barres d'armature de 800 mm de longueur par lot de production.

14.2.2.5.3 Vérification de la résistance à l'arrachement des tirants

Le Ministère se réserve le droit de vérifier la résistance à l'arrachement des tirants selon la norme ASTM E488/E488M «Standard Test Methods for Strength of Anchors in Concrete Elements».

Si les résultats de résistance à l'arrachement ne respectent pas l'exigence de la résistance minimale à l'arrachement (RA_{min}) spécifiée aux plans et devis, l'entrepreneur doit remplacer à ses frais les tirants défectueux et corriger sa méthode de mise en place des tirants.

14.2.2.6 Tirants en polymère renforcé de fibres de verre

Au moins 8 semaines avant la livraison des tirants au chantier, l'entrepreneur doit fournir au surveillant le nom du fabricant des tirants en PRFV.

14.2.2.6.1 Attestation de conformité

Pour chaque livraison de tirants en PRFV, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité telle que spécifiée à la norme 15101 du Ministère, pour chaque lot de production.

14.2.2.6.2 Contrôle de réception

Pour chaque livraison de tirants en PRFV, l'entrepreneur doit remettre au surveillant un bordereau de livraison indiquant les quantités de tirants par lot de production. S'il n'est pas possible de rattacher les quantités de tirants à un lot donné, alors le lot en question est rejeté.

Le Ministère se réserve le droit de vérifier toutes les caractéristiques mécaniques et physico-chimiques des tirants en PRFV selon les exigences de la norme 15101 du Ministère.

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, il est fait une fois que la production de tous les tirants est terminée. Le prélèvement des échantillons se fait de façon aléatoire chez le fabricant ou à l'endroit d'entreposage, au moins 6 semaines avant leur mise en place, et consiste en 15 tirants d'une longueur minimum de 2500 mm et par lot de production.

14.2.2.7 Produit d'ancrage pour goudrons et tirants

Au moins 7 jours avant le forage des trous pour les goudrons et les tirants, l'entrepreneur doit remettre au surveillant la fiche technique du produit d'ancrage. À la demande du surveillant, l'entrepreneur transmet un échantillon représentatif du matériau aux fins de vérification de la qualité du produit.

14.2.2.8 Paniers à goudrons

Des dessins d'atelier pour les paniers à goudrons doivent être fournis. Ceux-ci doivent indiquer le détail des supports et des matériaux ainsi que la méthode de fabrication et de fixation au sol.

14.2.2.9 Panier d'arrêt-départ

Lorsque l'entrepreneur utilise des paniers prémontés de manchons vides pour l'insertion de goudrons libres (paniers d'arrêt-départ), les manchons doivent être en acier. Tout manchon constitué d'un autre matériau est jugé inacceptable et ne doit pas être utilisé à cette fin. De plus, lors de l'insertion des goudrons libres, les manchons doivent avoir été injectés préalablement d'un produit d'ancrage à base de liant époxydique.

14 | Revêtement de chaussée en béton

14.2.2.10 Matériau de cure formant membrane

14.2.2.10.1 Attestation de conformité

Pour chaque livraison de matériau de cure, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- la classe du produit;
- le numéro de lot de production;
- le taux d'application (l/m^2);
- la perte d'eau (kg/m^2) à 72 heures.

Un lot de production correspond à une quantité déterminée de produit présentant les mêmes caractéristiques physicochimiques, fabriquée selon la même recette, à partir de la même source d'approvisionnement et au cours d'une période de production ininterrompue.

14.2.2.10.2 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en 1 l par lot de production de matériau de cure formant membrane, versé dans un contenant hermétique dont le contenu a été préalablement homogénéisé.

14.2.2.11 Épaisseur du revêtement en béton

14.2.2.11.1 Vérification de l'épaisseur

Le Ministère vérifie l'épaisseur du revêtement en béton au moyen d'un relevé topométrique.

La vérification de l'épaisseur est réalisée avant l'évaluation de l'uni de surface. Toutefois, le Ministère se réserve le droit de réévaluer l'épaisseur après les travaux correctifs de l'uni.

L'entrepreneur peut déléguer un observateur lors du relevé topométrique. Tout commentaire concernant une procédure qu'il juge incorrecte doit être signifié sur-le-champ, et tout cas de divergence doit être porté à l'attention du surveillant.

a) Équipement

Le relevé est réalisé au moyen de l'équipement usuel d'arpentage (notamment, une station totale et un niveau électronique). La précision du relevé est de 3 mm en planimétrie et en altimétrie.

b) Cadence des mesures

Un lot représente une superficie égale à 600 m^2 définie par la largeur complète de la coulée et la longueur requise pour atteindre cette superficie. Si la superficie restante d'une coulée est supérieure ou égale à 300 m^2 , elle constitue un lot. Si la superficie restante d'une coulée est inférieure à 300 m^2 , elle est ajoutée au lot précédent.

Le nombre de points de mesure est d'un par superficie de 75 m^2 et il est arrondi à l'unité supérieure. Pour chaque lot d'une superficie de 600 m^2 , l'épaisseur est calculée en 8 points de mesure.

c) Prise des mesures

La position planimétrique (x, y) de chaque point de mesure est déterminée de façon aléatoire à partir d'une table de hasard, excluant une bande de 500 mm de chaque côté d'un joint, d'un changement de pente ou d'un point d'inversion. Cependant, cette bande n'est pas exclue pour la détermination de la superficie du lot.

À chaque point de mesure, une première mesure altimétrique (z) est prise sur la surface préparée à recouvrir et une deuxième sur la surface du revêtement en béton. Les mesures sont exprimées en mètres avec 3 décimales.

d) Calcul de l'épaisseur

L'épaisseur du revêtement en béton à un point de mesure est égale à la différence entre les deux mesures altimétriques prises à la même position planimétrique. L'épaisseur ainsi calculée est exprimée en millimètres.

e) Rapport du relevé topométrique

Le rapport du relevé topométrique doit contenir l'information suivante :

- lot :
 - ♦ numéro du lot,
 - ♦ chaînages du début et de la fin du lot,
 - ♦ largeur et longueur du lot (m),
 - ♦ superficie du lot (m^2),
 - ♦ identification des accotements, des voies de circulation, des voies auxiliaires, des voies d'accélération, des voies de décélération et des voies réservées;
- point de mesure :
 - ♦ numéro du point de mesure,
 - ♦ position planimétrique (x, y) du point,
 - ♦ chaînage et décalage par rapport au joint longitudinal (m),
 - ♦ mesure altimétrique (z) sur la surface à recouvrir (m),
 - ♦ mesure altimétrique (z) sur la surface du revêtement en béton (m);
- calcul :
 - ♦ épaisseur spécifiée aux plans et devis (E_s) (mm),
 - ♦ épaisseur tolérable (E_t), soit $E_s - 3$ (mm),
 - ♦ épaisseur critique (E_c), soit $E_s - 7$ (mm),

14 | Revêtement de chaussée en béton

- ♦ épaisseur calculée à chaque point de mesure (mm),
- ♦ épaisseur retenue à chaque point de mesure (mm),
- ♦ épaisseur moyenne (E) du lot (mm).

14.2.2.11.2 Critères d'évaluation de la conformité

a) Limite supérieure de l'épaisseur

Si l'épaisseur calculée à un point de mesure est supérieure de 15 mm ou plus à l'épaisseur spécifiée (E_s), l'épaisseur retenue à ce point de mesure est égale à $E_s + 15$ mm. L'épaisseur retenue remplace l'épaisseur calculée pour le calcul de l'épaisseur moyenne (E).

b) Calcul de l'épaisseur moyenne d'un lot

L'épaisseur moyenne (E) d'un lot de revêtement en béton est égale à la moyenne des épaisseurs calculées et retenues à chaque point de mesure.

c) Acceptation d'un lot

Un lot du revêtement en béton est accepté lorsque l'épaisseur moyenne (E) du lot est égale ou supérieure à l'épaisseur moyenne tolérable (E_t), soit $E_s - 3$ mm.

Un lot du revêtement en béton est accepté selon un calcul du prix unitaire révisé pour l'épaisseur, si l'épaisseur moyenne (E) d'un lot est inférieure à l'épaisseur moyenne tolérable (E_t), mais égale ou supérieure à l'épaisseur critique (E_c).

d) Rejet d'un lot

Si l'épaisseur moyenne (E) d'un lot est inférieure à l'épaisseur critique (E_c), soit $E_s - 7$ mm, le revêtement en béton de ce lot est rejeté et doit être démolé. Un revêtement en béton ayant l'épaisseur spécifiée (E_s) doit alors être reconstruit par l'entrepreneur, à ses frais.

e) Revêtement en béton d'épaisseur supérieure à l'épaisseur spécifiée

Aucun paiement en surplus n'est fait pour le revêtement en béton d'un lot qui a une épaisseur moyenne supérieure à celle qui est spécifiée (E_s).

14.2.2.11.3 Réévaluation de l'épaisseur

Dans le cas où l'épaisseur moyenne (E) d'un lot est inférieure à l'épaisseur tolérable (E_t), soit $E_s - 3$ mm, le Ministère se réserve le droit de réaliser une réévaluation au moyen d'éprouvettes prélevées par carottage qui couvrent la superficie du lot.

Le surveillant avise l'entrepreneur par écrit, dans les 24 heures suivant la réception des résultats d'épaisseur du lot faisant l'objet d'une

réévaluation de l'épaisseur, et fixe une date, dans un délai maximal de 7 jours après l'envoi de l'avis, pour le prélèvement des éprouvettes.

L'entrepreneur peut déléguer un observateur lors du prélèvement et des mesures d'épaisseur sur l'éprouvette. Tout commentaire concernant une procédure qu'il juge incorrecte doit être signifié sur-le-champ, et tout cas de divergence doit être porté à l'attention du surveillant.

a) Cadence

Le nombre d'éprouvettes est d'une éprouvette par superficie de 120 m² et il est arrondi à l'unité supérieure. Pour chaque lot d'une superficie de 600 m², 5 éprouvettes sont prélevées. La position planimétrique (x, y) des éprouvettes est fixée de façon aléatoire. Aucune éprouvette ne doit être prélevée à moins de 500 mm d'un joint.

b) Méthode de prélèvement et mesurage

D'un diamètre de 100 mm $\pm$ 5 mm, les éprouvettes sont prélevées et mesurées selon la norme ASTM C174/C174M «Standard Test Method for Measuring Thickness of Concrete Elements Using Drilled Concrete Cores».

c) Mesure de l'épaisseur moyenne du lot

L'épaisseur moyenne (E) du lot est égale à la moyenne des mesures d'épaisseur sur les éprouvettes de ce lot et remplace le calcul initial d'épaisseur du relevé topométrique de ce lot.

d) Critère de réévaluation de la conformité

Les critères d'évaluation de la conformité de l'épaisseur du revêtement en béton du relevé topométrique s'appliquent pour cette réévaluation.

e) Rapport de la réévaluation

Le Ministère prépare un rapport de la réévaluation de l'épaisseur du lot contenant l'information sur le lot, la position des éprouvettes et les mesures d'épaisseur.

f) Remplissage des trous de carottage

L'entrepreneur doit remplir à ses frais les trous laissés par le carottage selon la méthode d'essai LC 26-610 du Ministère, dans un délai maximal de 5 jours après le prélèvement. La texture doit être la même que celle du revêtement en béton avoisinant.

Le coût lié aux prélèvements des éprouvettes est assumé par le Ministère, à moins que la réévaluation de l'épaisseur moyenne (E) du lot soit inférieure à l'épaisseur tolérable (E_t), auquel cas il est assumé par l'entrepreneur.

14 | Revêtement de chaussée en béton

14.2.2.11.4 Recours de l'entrepreneur

Lorsqu'un lot est rejeté et que l'entrepreneur veut exercer son droit de recours, il doit engager un laboratoire indépendant pour prélever des éprouvettes par carottage pour ce lot.

L'entrepreneur doit transmettre par écrit au surveillant la demande de prélèvement dans un délai maximal de 7 jours suivant la réception des résultats d'épaisseur par l'entrepreneur.

En présence du surveillant, le prélèvement des éprouvettes et la prise des mesures doivent être faits dans un délai de 7 jours suivant la date de cette demande.

Dans le cas où le Ministère a réalisé une réévaluation de l'épaisseur au moyen d'éprouvettes prélevées par carottage, l'entrepreneur doit prélever de façon aléatoire 3 éprouvettes supplémentaires par lot d'une superficie inférieure ou égale à 600 m² et 4 éprouvettes supplémentaires par lot d'une superficie supérieure à 600 m².

Si le Ministère n'a pas procédé à une réévaluation de l'épaisseur, le nombre d'éprouvettes est d'une par superficie de 120 m² et il est arrondi à l'unité supérieure. Pour chaque lot d'une superficie de 600 m², 5 éprouvettes sont prélevées.

L'entrepreneur doit présenter au Ministère la table de hasard pour la détermination de la position altimétrique (x, y) des éprouvettes au moins 24 heures avant son droit de recours. Aucune éprouvette ne doit être prélevée à moins de 500 mm d'un joint.

D'un diamètre de 100 mm $\pm$ 5 mm, les éprouvettes sont prélevées et mesurées selon la norme ASTM C174/C174M «Standard Test Method for Measuring Thickness of Concrete Elements Using Drilled Concrete Cores».

Les éprouvettes prélevées doivent être numérotées et remises au surveillant une fois les mesures d'épaisseur terminées. Une copie contenant l'information sur le lot, la position des éprouvettes, les mesures d'épaisseur et des manuscrits contresignés est remise au surveillant.

Les critères d'évaluation de la conformité de l'épaisseur du revêtement en béton du relevé topométrique s'appliquent avec les précisions suivantes :

- les mesures d'épaisseur sur les éprouvettes du lot remplacent tous les calculs initiaux d'épaisseur du relevé topométrique de ce lot et la procédure de recours prend fin;
- l'épaisseur moyenne (E) du lot est égale à la moyenne des mesures d'épaisseur sur les éprouvettes prélevées par l'entrepreneur. Dans

le cas où le Ministère a réalisé une réévaluation, l'épaisseur moyenne (E) du lot est égale à la moyenne des mesures d'épaisseur sur les éprouvettes du Ministère et de l'entrepreneur.

Les coûts liés aux prélèvements des éprouvettes sont assumés par l'entrepreneur, à moins que l'épaisseur moyenne (E) du lot soit égale ou supérieure à l'épaisseur spécifiée (E_s). Dans ce cas, le Ministère rembourse le coût des prélèvements selon le taux en vigueur au Ministère.

14.2.2.11.5 Reconstruction d'un lot rejeté

Le Ministère vérifie l'épaisseur du revêtement en béton reconstruit au moyen d'un relevé topométrique.

Dans le cas où l'épaisseur moyenne du lot reconstruit, calculée au moyen des relevés topométriques, est inférieure à l'épaisseur spécifiée (E_s), le Ministère se réserve le droit de réaliser une réévaluation au moyen d'éprouvettes prélevées par carottage.

Si l'épaisseur moyenne du lot reconstruit est inférieure à l'épaisseur spécifiée (E_s), le revêtement en béton de ce lot est rejeté et doit être démoli. Un revêtement en béton ayant l'épaisseur spécifiée (E_s) doit être reconstruit par l'entrepreneur, à ses frais.

L'entrepreneur ne peut exercer son droit de recours pour une reconstruction.

14.2.2.12 Uni de surface

14.2.2.12.1 Évaluation de l'uni de surface

Le Ministère évalue l'uni de surface dans un délai de 4 jours après la réception d'un avis écrit de l'entrepreneur indiquant que les travaux de revêtement de chaussée en béton sont terminés pour au moins 5 segments de 100 m.

L'entrepreneur peut déléguer à ses frais un observateur pour s'assurer que les opérations relatives aux relevés d'uni de surface sont conformes au devis. Tout commentaire concernant une opération que l'entrepreneur juge incorrecte doit être signifiée sur-le-champ au surveillant.

a) Collaboration de l'entrepreneur

Durant tout le temps nécessaire au Ministère pour évaluer l'uni de surface, l'entrepreneur est tenu de maintenir la surface des voies de circulation et des accotements exempte de résidus. Il est responsable de l'installation et du maintien de la signalisation pour permettre la réalisation du relevé de façon sécuritaire. De plus, l'entrepreneur doit fournir au surveillant toute l'assistance requise pour effectuer l'évaluation de l'uni.

14 | Revêtement de chaussée en béton

b) Appareil et unité de mesure

L'uni est mesuré au moyen d'un profilomètre à basse vitesse conforme aux exigences d'un appareil de classe 1 selon la norme ASTM E950/E950M «Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference».

L'unité de mesure de l'uni est l'IRI (indice de rugosité international). L'IRI est exprimé en m/km et calculé selon la norme ASTM E1926 «Standard Practice for Computing International Roughness Index of Roads from Longitudinal Profile Measurements».

L'IRI est calculé dans chaque piste de roues avec une précision au centième de m/km et par segments de 10 m et 100 m. Les pistes de roues droite et gauche sont distantes de 1750 mm et sont centrées sur la voie de circulation ou sur l'accotement par rapport aux joints longitudinaux.

Pour une voie de 3,70 m, l'IRI est calculé dans chacun des axes situés à 975 mm des joints longitudinaux. Pour une voie d'une autre largeur, la position des pistes de roues se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$D = \frac{L - 1750 \text{ mm}}{2}$$

où

D : distance entre la piste de roues et le joint longitudinal (mm)

L : largeur de la voie de circulation ou de l'accotement (mm)

S'il y a un seul joint longitudinal, la position de l'autre piste de roues est à 1750 mm de celle qui peut être positionnée à partir du joint longitudinal. La valeur d'IRI retenue pour un segment de 10 m ou 100 m est la valeur tronquée, avec une précision au dixième de m/km, de la moyenne des valeurs d'IRI des 2 traces de roues.

c) Détermination des voies et des accotements assujettis aux exigences d'uni

L'évaluation de l'uni de surface est réalisée dans les deux traces de roues de chacune des voies de circulation et sur les accotements lorsque leur largeur est de plus de 3 m.

Les segments de 10 m et de 100 m qui comprennent des obstacles sont exclus des exigences d'uni. Les segments localisés à moins de 10 m d'un obstacle sont également exclus. Les obstacles sont les dalles de transition, les joints de tablier et les tabliers de pont, les grilles de regards

et puisards, ou tout autre obstacle spécifié par le Ministère. Pour les accotements, les éléments supplémentaires suivants sont exclus des exigences d'uni s'ils font obstacle au bétonnage : un massif de structure de supersignalisation, une glissière rigide en béton coulé et moulé au droit d'une structure, une colonne de structure ou un changement de pente dans le profil transversal des accotements.

L'évaluation de l'uni est réalisée par segments de 10 m et 100 m établis suivant le centre de la voie.

La segmentation finale par segments de 10 m et 100 m à l'intérieur de chacune des parties des voies et des accotements assujetties aux exigences d'uni se fait avant l'évaluation de l'uni. Le Ministère avise l'entrepreneur de la segmentation finale.

14.2.2.12.2 Exigences d'uni de surface

Les exigences d'uni de surface s'appliquent sur des segments de 10 m et 100 m. Aucune correction de la surface ne peut être effectuée avant que l'évaluation de l'uni de surface soit réalisée.

Pour chacun des segments de 100 m assujettis aux exigences d'uni, l'acceptation de l'uni de surface se fait de la façon suivante :

- un segment est accepté lorsque la valeur d'IRI retenue pour celui-ci est $\leq 1,2$ m/km;
- un segment est accepté selon un calcul du montant d'ajustement relatif à l'uni de surface lorsque la valeur d'IRI retenue pour celui-ci est $\geq 1,3$ m/km et $\leq 1,7$ m/km pour les voies de circulation et $\leq 2,0$ m/km pour les accotements;
- un segment est rejeté lorsque la valeur d'IRI retenue pour celui-ci est $\geq 1,8$ m/km pour les voies de circulation et $\geq 2,1$ m/km pour les accotements.

Pour chacun des segments de 10 m assujettis aux exigences d'uni, l'acceptation de l'uni de surface se fait de la façon suivante :

- un segment est accepté lorsque la valeur d'IRI retenue pour celui-ci est $\leq 4,0$ m/km pour les voies de circulation et les accotements;
- un segment est rejeté lorsque la valeur d'IRI retenue pour celui-ci est $\geq 4,1$ m/km pour les voies de circulation et les accotements.

Un seul passage avec l'appareil est effectué dans chaque trace de roue de chacune des voies et des accotements assujettis aux exigences d'uni. Aucun résultat officiel n'est communiqué sur place lors de l'évaluation de l'uni.



14 | Revêtement de chaussée en béton

14.2.2.12.3 Mesures correctives et réévaluation de l'uni

Aucune correction de surface ne peut être effectuée dans un segment qui a été accepté, sauf aux endroits où l'on trouve une irrégularité ou une dépression excédant 5 mm sur 3 m mesurée selon la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère.

Pour chaque segment de 10 m ou de 100 m rejeté, l'entrepreneur est tenu d'apporter les mesures correctives nécessaires, et ce, dans un délai de 28 jours incluant le délai de recours de l'entrepreneur, après que le surveillant lui a communiqué par écrit les résultats de l'évaluation de l'uni de surface. La nature exacte des mesures correctives, notamment la technique d'intervention, l'épaisseur maximale si meulage, la localisation, la largeur et la date de réalisation, doit être approuvée par le surveillant avant les travaux de correction. Les mesures correctives apportées sont aux frais de l'entrepreneur.

Après avoir apporté les mesures correctives sur l'ensemble des segments, l'entrepreneur est tenu d'en aviser par écrit le surveillant. Le Ministère procède ensuite à la réévaluation de l'uni de surface, et ce, avec la même segmentation des voies assujetties aux exigences d'uni. Pour chaque segment corrigé, le résultat de la réévaluation remplace le résultat initial.

Toutes les dispositions et les exigences relatives à l'uni de surface s'appliquent aux mesures correctives apportées par l'entrepreneur de même qu'à la réévaluation de l'uni de surface de tout segment corrigé.

Chaque réévaluation de l'uni de surface par le Ministère se fait aux frais de l'entrepreneur pour un montant de 200 \$ pour chaque segment de 100 m où des travaux correctifs ont été réalisés. Un montant de 1000 \$ est ajouté par mobilisation (démobilisation incluse).

14.2.2.12.4 Recours de l'entrepreneur

Dans un délai de 7 jours après que le surveillant lui a communiqué par écrit les résultats de l'évaluation de l'uni, l'entrepreneur peut aviser par écrit le surveillant de son intention de procéder, à ses frais, à une nouvelle évaluation de l'uni de surface sur une partie ou sur l'ensemble du contrat, et ce, avec un appareil autre que celui qui a été utilisé par le Ministère pour l'évaluation initiale.

Pour que les résultats d'une nouvelle évaluation soient validés par le surveillant et qu'ils puissent remplacer en totalité les résultats initiaux, il faut que :

- l'appareil et l'unité de mesure utilisés respectent les exigences mentionnées à l'article «Appareil et unité de mesure»;
- la méthode, la technique, l'étalonnage et la procédure soient approuvés préalablement par le surveillant;
- la segmentation des voies assujetties aux exigences soit la même que celle de l'évaluation initiale;
- le surveillant soit présent à toutes les étapes de l'évaluation;
- la nouvelle évaluation soit terminée dans les 7 jours suivant la réception de l'avis de recours de l'entrepreneur et que les résultats, y compris les données brutes, soient communiqués au surveillant par écrit dans ce délai.

Toutes les dispositions et les exigences relatives à l'uni de surface s'appliquent à cette nouvelle évaluation.

14.2.3 MATÉRIEL

14.2.3.1 Règle rigide

Une règle rigide de 3 m de longueur conforme aux critères indiqués dans la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère doit être fournie par l'entrepreneur et mise à la disposition du Ministère pendant toute la durée des travaux.

14.2.3.2 Camion à benne

Le transport du béton doit être effectué par camion à benne étanche. Avant chaque chargement, l'intérieur de la benne doit être nettoyé et exempt de béton et de tout autre matériau pouvant détériorer le béton. La benne doit être munie d'un système à double verrouillage sur le panneau et d'une bâche imperméable de dimensions au moins équivalentes à celles de l'ouverture de la partie supérieure de la benne. La bâche doit être munie d'un mécanisme permettant de la rabattre sur le chargement et être rabattue lors du transport d'un chargement.

Le surveillant peut refuser tout camion dont la capacité, les dimensions, la vitesse ou l'état entravent la marche normale des travaux.

14.2.3.3 Coffrage fixe

La surface des coffrages doit être droite, lisse et ne pas présenter de dépressions de plus de 3 mm sous la règle de 3 m mesurée selon la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère. Toute flexion ou déformation sous les charges verticales ou latérales ne doit pas excéder 6 mm sous la règle de 3 m.



14 | Revêtement de chaussée en béton

14.2.3.4 Machine à coffrages glissants

L'usage d'une machine à coffrages glissants est requis pour l'exécution des travaux de construction du revêtement en béton.

Celle-ci doit être automotrice, sur chenilles, à coffrages glissants, pouvant épandre, consolider et régaler le béton frais sur au moins 2 voies de circulation et produire un fini de surface uniforme.

La machine à coffrages glissants doit être munie de vibreurs internes, de contrôles automatiques de profil et de direction ainsi que d'une truelle mécanique transversale.

14.2.3.5 Vibreur

Le matériel de vibration doit permettre une consolidation uniforme sur toute la largeur et l'épaisseur du revêtement en béton, sans entraîner de ségrégation ni laisser de cavités. L'entrepreneur doit vérifier le fonctionnement des vibreurs avant chaque coulée en présence du surveillant.

14.2.3.6 Règle vibrante

La règle vibrante est une poutre triangulée munie de vibreurs permettant la consolidation uniforme du béton sur toute la largeur du revêtement en béton, sans entraîner de ségrégation ni laisser de cavités.

14.2.3.7 Passerelle automotrice

Une passerelle automotrice doit être munie d'un dispositif permettant le passage d'un tapis de type Astroturf sur la pleine largeur du revêtement en béton.

La passerelle automotrice doit être munie de gicleurs qui pulvérisent et projettent le matériau de cure formant membrane sur la surface du béton. Le taux d'application doit être uniforme et l'appareil doit comporter une jupe permettant d'assurer cette uniformité même par temps venteux.

14.2.3.8 Outils de nivellement

Les outils de nivellement manuels et mécaniques doivent être en alliage d'aluminium ou de magnésium.

14.2.3.9 Perceuse à béton

Les caractéristiques du matériel utilisé pour percer des trous dans le revêtement en béton ne doivent pas excéder :

- 8 joules d'énergie d'impact;
- 3000 coups/minute de cadence de martelage;
- 300 tours/minute de vitesse de rotation.

14.2.4 MISE EN ŒUVRE

14.2.4.1 Goujons

Avant le début des travaux de bétonnage, l'entrepreneur doit installer les paniers à goujons et les goujons des joints transversaux. Les paniers à goujons doivent être fixés au sol sur une distance minimale de 100m devant la machine à coffrages glissants.

L'entrepreneur doit installer les goujons espacés de 300 mm sur toute la largeur des dalles, dans chacune des voies de circulation et sur les accotements.

L'entrepreneur doit utiliser une méthode permettant de localiser chaque joint directement au-dessus du centre des goujons avec une tolérance de 6 mm.

Les goujons doivent être centrés par rapport aux joints et parallèles au sol et entre eux. Les goujons doivent être solidement fixés dans le panier afin d'éviter tout déplacement lors de la mise en place du béton.

Les goujons ne doivent pas être déformés ou tordus. Les goujons doivent être propres et exempts de béton durci ou d'autres corps étrangers.

La tolérance concernant l'emplacement des goujons dans le plan vertical est de 12 mm.

L'axe des goujons ne doit pas dévier de plus de 6 mm sur la longueur du goujon par rapport à l'alignement théorique dans le plan horizontal et dans le plan vertical.

14.2.4.2 Tirants et armatures

Aux joints longitudinaux, aucun tirant ne doit être mis en place à moins de 450 mm d'un joint transversal. Dans le cas d'un joint longitudinal de construction entre une voie existante et une nouvelle voie d'un élargissement, cette distance est augmentée à 900 mm.

Lorsque les tirants sont posés à la main, l'entrepreneur doit les installer sur des supports fixés au sol sur une distance minimale de 100 m devant la machine à coffrages glissants.

Les tirants doivent être centrés par rapport au joint longitudinal et parallèles au sol et entre eux. Les tirants doivent être solidement fixés afin d'éviter tout déplacement lors de la mise en place du béton.

Les tirants ne doivent pas être déformés, tordus ou pliés. Ils doivent être propres et exempts de béton durci ou d'autres corps étrangers.

L'entrepreneur doit s'assurer de ne pas endommager le recouvrement granulaire superficiel qui assure l'adhérence des tirants en PRFV au béton.

14 | Revêtement de chaussée en béton

Lorsqu'un tirant est endommagé, l'entrepreneur doit le remplacer à ses frais.

Les barres d'armature autour des puisards, regards et regards-puisards doivent être exemptes de saleté et installées sur des cales en acier.

La tolérance concernant l'emplacement des tirants et des barres d'armature dans le plan vertical est de 12 mm.

14.2.4.3 Béton

L'entrepreneur doit remettre au surveillant les fiches descriptives des mélanges qu'il se propose d'utiliser au moins 7 jours avant de procéder au bétonnage.

14.2.4.3.1 Autorisation de bétonnage

L'entrepreneur doit donner un avis écrit d'au moins 8 heures au surveillant pour préciser la date et l'heure de bétonnage, le numéro de la fiche descriptive du mélange ainsi que la localisation (chaînage et voie). Cet avis doit mentionner que la surface à recouvrir, la localisation des repères, les armatures, les paniers, les goudjons, les tirants et les coffrages sont conformes et installés selon les exigences.

Le surveillant remet à l'entrepreneur un avis écrit l'autorisant à procéder au bétonnage de cette partie de revêtement lorsque :

- la fiche descriptive du mélange est acceptée;
- la préparation de la surface à recouvrir, la localisation des repères, les armatures, les paniers, les goudjons, les tirants et les coffrages sont conformes aux exigences et propres;
- le matériel et les matériaux nécessaires à la mise en place, à la cure et à la protection du béton par temps froid sont sur les lieux et conformes aux exigences.

14.2.4.3.2 Transport du béton

Lorsque le béton est transporté par des camions non munis d'un dispositif agitateur, le temps entre le chargement du béton dans la benne et son déchargement sur le chantier doit être inférieur à 45 minutes.

14.2.4.3.3 Mise en place du béton

Il ne doit pas se faire de bétonnage lorsqu'il pleut.

Le béton déjà mis en place doit être protégé efficacement des effets de la pluie jusqu'à ce qu'il ait suffisamment durci.

L'épandage, la consolidation et la finition du béton doivent être exécutés à l'aide d'une machine à coffrages glissants, à moins que les obstacles,

l'envergure limitée des travaux ou l'accès en empêchent l'utilisation. L'excédent de béton, produit par les coffrages coulissants à la base des côtés du revêtement en béton, doit être enlevé lorsque le béton est encore à l'état plastique.

Si l'interruption de la mise en place du béton se prolonge au-delà de 45 minutes, un joint de construction doit être réalisé.

Le béton ne doit pas être déposé contre tout matériau dont la température est supérieure à 35 °C ou inférieure à 0 °C.

14.2.4.3.4 Consolidation

Les vibreurs ne doivent pas toucher aux coffrages, tirants ou goudjons. Les vibreurs internes ne doivent pas fonctionner lorsque la machine à coffrages glissants est arrêtée.

Aux endroits où le béton est mis en place manuellement, la consolidation est faite au moyen d'un vibreur manuel.

L'utilisation d'une règle vibrante doit toujours être combinée à l'utilisation d'un vibreur manuel.

14.2.4.3.5 Finition

La surface doit être régulière et conforme aux profils transversal et longitudinal stipulés. Le profil de la surface ne doit pas varier de plus de 6 mm par rapport au profil stipulé. Aucune irrégularité ou dépression de la surface ne doit excéder 5 mm dans 3 m mesurée selon la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère.

Si des retouches manuelles sont nécessaires à la suite des travaux mécanisés, ces retouches doivent être faites pendant que le béton est suffisamment plastique pour atteindre le résultat désiré sans ajout d'eau à la surface du béton.

14.2.4.3.6 Texture

La texture antidérapante de la surface du revêtement en béton est obtenue au moyen d'un tapis de type Astroturf traîné longitudinalement de façon continue et uniforme sur la pleine largeur bétonnée.

14.2.4.3.7 Cure

La cure du béton doit commencer immédiatement après l'obtention de la texture antidérapante, mais sans endommager la surface ni en émousser la texture.

L'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires pour éliminer les causes de détérioration du béton découlant de chocs ou de vibrations. Les travaux suivants sont interdits, et ce, dès la mise en place du béton et jusqu'à ce qu'il atteigne 70 % de la résistance à la compression exigée

14 | Revêtement de chaussée en béton

à 28 jours, vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton du revêtement :

- la démolition à moins de 60 m du béton frais;
- le compactage des matériaux (sol, matériau granulaire, enrobé) à moins de 60 m du béton frais;
- la circulation, y compris celle sur le chantier, sur les surfaces récemment bétonnées.

La cure des surfaces de béton doit se faire pendant 7 jours consécutifs à une température d'au moins 10 °C ou pendant le temps nécessaire pour atteindre 70 % de la résistance à la compression exigée à 28 jours, vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton du revêtement.

Au moins une des méthodes suivantes doit être utilisée, seule ou en combinaison avec les autres :

a) Toile absorbante

La surface doit être complètement couverte, y inclus les bords du revêtement en béton. La toile doit être maintenue continuellement mouillée.

b) Feuille imperméable

Les feuilles utilisées doivent se chevaucher de 100 mm, être bien scellées entre elles et couvrir complètement la surface, y inclus les bords du revêtement en béton.

c) Matériau de cure formant membrane

Le matériau de cure doit être appliqué au taux recommandé par le fabricant, sans toutefois être inférieur à 0,2 l/m², sur toute la surface, y inclus les bords du revêtement en béton, au moyen d'une passerelle automotrice munie de gicleurs. Le matériau de cure doit être agité avant et pendant son application afin d'obtenir un film homogène sur toute la surface.

14.2.4.3.8 Protection par temps froid

La température du béton lors du bétonnage et pendant la période de cure ne doit jamais être inférieure à 10 °C. Au besoin, des matériaux isolants protégés de l'eau au moyen d'une membrane de polyéthylène, ou l'équivalent, doivent être utilisés pour assurer le maintien de cette température minimale sur toute la surface du revêtement en béton.

À la fin de l'opération de protection, la température du béton doit être abaissée graduellement d'au plus 20 °C par période de 24 heures.

14.2.4.3.9 Amorce de fissuration

L'amorce de fissuration des joints de retrait transversaux et longitudinaux est faite au moyen d'un trait de scie dont la largeur est de 3 mm et dont la profondeur correspond au tiers de l'épaisseur du revêtement en béton.

Ce trait de scie doit être exécuté dès qu'il est possible de le faire sans desservir les granulats ni causer d'épaufrures, lorsque le béton a commencé à durcir, mais avant que les efforts de tension produits par le retrait aient causé des fissures irrégulières. Dans le cas du joint de retrait longitudinal, le trait de scie doit être effectué au plus tard 24 heures après le sciage du joint de retrait transversal.

Le trait de scie doit être rectiligne. Il ne doit pas dévier de plus de 6 mm sur une longueur de 3 m. L'amorce de fissuration du joint transversal ne doit pas s'écarter de plus de 12 mm de son emplacement théorique. Pour le joint longitudinal, l'amorce de fissuration ne doit pas s'écarter de plus de 30 mm de son emplacement théorique.

Immédiatement après les travaux de sciage, la rainure produite et la surface du revêtement en béton doivent être nettoyées de toute sciure ou de tout débris en procédant du centre de la chaussée vers les accotements.

14.2.4.4 Joints

Le revêtement en béton est divisé en dalles par des joints transversaux et longitudinaux.

Pour les zones courbes et aux accès, y compris les musoirs et les voies d'accélération et de décélération, l'entrepreneur doit fournir au surveillant, au début des travaux, un plan de bétonnage montrant la séquence des surfaces à bétonner en fonction des pentes latérales et des sommets de la chaussée proposée.

14.2.4.4.1 Joints de retrait transversaux

Les joints de retrait transversaux doivent être munis de goujons.

Lorsque le revêtement en béton est construit en plusieurs bandes longitudinales successives, les joints transversaux à faire sur les bandes adjacentes à la première doivent être exécutés dans le prolongement de ceux qui existent déjà. Les mêmes exigences s'appliquent pour l'élargissement ou le remplacement d'une voie de chaussée existante.

14.2.4.4.2 Joints de retrait longitudinaux

Les joints de retrait longitudinaux doivent être munis de tirants.

Les joints longitudinaux doivent être adjacents aux lignes de séparation des voies de circulation.



14 | Revêtement de chaussée en béton

Leur alignement doit être parallèle à l'axe de la chaussée dont ils suivent les contours rectilignes ou curvilignes.

14.2.4.4.3 Joints de construction transversaux

Les joints de construction transversaux doivent être réalisés à la fin d'une journée de travail ou lors d'un arrêt de plus de 45 minutes dans la mise en place du béton.

Les joints de construction transversaux doivent coïncider avec des joints de retrait. La configuration de ces joints est semblable à celle des joints de retrait, sauf que le bétonnage est interrompu au joint lui-même.

Si les goudjons sont insérés dans le béton frais, ils doivent être maintenus en place à travers le coffrage du joint, de manière à respecter les exigences concernant la position et l'alignement, jusqu'à ce que le béton ait durci.

Si les goudjons sont mis en place dans le béton durci, ils doivent être insérés dans des trous percés et préalablement nettoyés au jet d'air, puis remplis d'un produit d'ancrage. L'entrepreneur doit suivre les recommandations du fabricant du produit d'ancrage et transmettre au surveillant la méthode qu'il va utiliser. Le perçage doit être réalisé après une cure minimale de 7 jours ou lorsque le béton a atteint un minimum de 70 % de la résistance à la compression exigée à 28 jours, vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton du revêtement. Le diamètre des trous à forer doit être d'au moins 3 mm supérieur au diamètre hors-tout du goudjon. Le matériel utilisé pour le jet d'air doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel. L'entrepreneur doit utiliser un piston d'injection compatible avec le type de résine et le diamètre du trou utilisé. L'injection doit commencer au fond du trou et progresser vers l'extérieur. Les goudjons doivent être maintenus en place, de manière à respecter les exigences concernant la position et l'alignement, jusqu'à ce que le produit d'ancrage ait durci.

Tous les joints de construction transversaux doivent être repérables à 3 endroits par voie de circulation et à 3 endroits par accotement. La méthode de repérage des joints ne doit en aucun cas endommager le revêtement en béton.

14.2.4.4.4 Joints de construction longitudinaux

Les joints de construction longitudinaux doivent être réalisés lorsque toutes les voies d'une chaussée ne sont pas construites simultanément.

Les arêtes supérieures d'un joint de construction longitudinal doivent être au même niveau, à 3 mm près.

Les joints de construction longitudinaux doivent être munis de tirants ancrés au revêtement en béton et mis en place de façon à éviter toute déformation de la surface du béton.

Si les tirants sont mis en place dans le béton frais, ils doivent être insérés au moyen d'un guide dans une section additionnelle de coffrage glissant.

Si les tirants sont mis en place dans le béton durci, ils doivent être insérés dans des trous percés et préalablement nettoyés au jet d'air, puis remplis d'un produit d'ancrage. L'entrepreneur doit suivre les recommandations du fabricant du produit d'ancrage et transmettre au surveillant la méthode qu'il va utiliser. Le perçage doit être réalisé après une cure minimale de 7 jours ou lorsque le béton a atteint un minimum de 70 % de la résistance à la compression exigée à 28 jours, vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton du revêtement. Le diamètre des trous à forer doit être d'au moins 3 mm supérieur au diamètre hors-tout du tirant. Le matériel utilisé pour le jet d'air doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel. L'entrepreneur doit utiliser un piston d'injection compatible avec le type de résine et le diamètre du trou utilisé. L'injection doit commencer au fond du trou et progresser vers l'extérieur. Les tirants doivent être maintenus en place parallèlement à la surface du revêtement en béton jusqu'à ce que le produit d'ancrage ait durci.

14.2.4.4.5 Joints de désolidarisation

Un joint de désolidarisation doit être construit partout où il peut y avoir mouvement différentiel entre le revêtement en béton et un ouvrage fixe. Un joint de désolidarisation peut être transversal, longitudinal, périphérique ou à angle, selon le cas.

Les faces d'un joint de désolidarisation sont planes, sciées ou coffrées et sont séparées par une planche compressible sur toute l'épaisseur de la dalle.

14.2.4.5 Transition

14.2.4.5.1 Dalle de transition entre un pont et une chaussée rigide

Une dalle de transition doit être construite aux abords d'un pont.

14 | Revêtement de chaussée en béton

14.2.4.5.2 *Transition longitudinale entre un revêtement en béton et un revêtement en enrobé*

Une transition doit être réalisée à la jonction d'un revêtement en béton et d'un revêtement en enrobé.

14.2.4.6 *Exigences additionnelles*

14.2.4.6.1 *Enlèvement des coffrages*

Les coffrages doivent demeurer en place durant 12 heures au moins après la mise en place du béton et alors que la température ambiante est supérieure à 10 °C.

Le matériel utilisé pour enlever les coffrages ne doit pas s'appuyer sur le béton frais. Si la surface verticale du revêtement en béton est alvéolée, la réparation et le traitement de cure doivent suivre immédiatement.

14.2.4.6.2 *Accotements en enrobé*

Avant la construction des accotements en enrobé, le béton de la voie adjacente doit avoir atteint 70 % de la résistance minimale en compression exigée à 28 jours, vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton du revêtement.

Le compactage de l'accotement doit être exécuté au moyen d'un rouleau à pneus.

14.2.4.6.3 *Circulation sur le revêtement en béton*

Aucun véhicule de plus de 2500 kg ne doit circuler sur le béton avant que celui-ci ait atteint 70 % de la résistance minimale en compression exigée à 28 jours, vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton du revêtement.

La surface de béton doit être protégée de façon adéquate en tout temps lorsqu'un matériel monté sur chenilles d'acier est utilisé.

Aucun rouleau d'acier ni lame de niveleuse ne doit entrer en contact avec le bord ou le dessus du revêtement en béton.

Il est strictement interdit de déposer sur le revêtement en béton des matériaux granulaires, des matériaux de remblai ou de la pierre concassée. Tout autre matériau ou équipement doit être mis en place sans endommager le revêtement en béton ni provoquer des épaufrures ou autres dégradations.

14.2.4.6.4 *Épaufrures des joints*

Les épaufrures dont la largeur maximale est inférieure ou égale à 40 mm sont colmatées au moyen d'un produit de colmatage posé à chaud.

Aucune épaufrure dont la largeur totale maximale est supérieure à 40 mm n'est tolérée.

14.2.4.6.5 *Réparation en cours de construction*

Lors de la construction d'un nouveau revêtement en béton, aucune réparation en surface n'est permise. De plus, toute réparation en profondeur doit être exécutée sur une largeur de voie comprise d'un joint transversal à un autre.

14.2.5 *MODE DE PAIEMENT*

Le revêtement de chaussée en béton est payé au mètre carré selon l'épaisseur spécifiée aux plans et devis. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente. Le prix inclut aussi spécifiquement tous les frais engagés par l'entrepreneur pour l'exécution des ouvrages suivants, à moins que l'un ou l'autre de ceux-ci fasse l'objet d'un article particulier au bordereau :

- la préparation de la surface à recouvrir;
- la réalisation de dalles de transition et de transition longitudinale;
- l'installation et l'enlèvement des coffrages, s'il y a lieu;
- l'installation des goudjons et tirants;
- l'essai de convenance pour les bétons de types IIIA et IIIB;
- la mise en place et la finition du béton;
- la cure du béton;
- la protection du béton;
- l'amorce de fissuration;
- l'exécution des divers joints;
- la correction du profil du revêtement en béton;
- le colmatage des joints.

14.2.5.1 *Calcul du prix unitaire révisé pour la résistance à la compression du béton*

Si la résistance moyenne à la compression d'un lot se situe entre la résistance moyenne tolérable et la résistance critique, le prix unitaire (PU) est ajusté à l'aide de la formule suivante :

$$PR_r = PU \times (R/R_t)$$

où

PR_r : prix révisé pour la résistance

PU : prix unitaire du revêtement de chaussée en béton au bordereau

R : résistance moyenne mesurée

R_t : résistance moyenne tolérable

14 | Revêtement de chaussée en béton

La retenue pour la résistance à la compression du revêtement de chaussée en béton est obtenue en multipliant $(PU - PR_e)$ par la superficie visée. Cette dernière est calculée en divisant le volume du lot non conforme par l'épaisseur spécifiée.

14.2.5.2 Calcul du prix unitaire révisé pour l'épaisseur du revêtement de chaussée en béton

Le prix unitaire (PU) est ajusté (PR_e) à l'aide de la formule suivante :

$$PR_e = PU \times F_e$$

où

PR_e : prix révisé pour l'épaisseur

PU : prix unitaire du revêtement de chaussée en béton au bordereau

F_e : facteur de correction pour l'épaisseur

$$F_e = 1,00 - 0,50 \times \left(\frac{E_t - E}{E_t - E_c} \right)$$

où

E_t : épaisseur moyenne tolérable, soit $E_s - 3 \text{ mm}$

E : épaisseur moyenne calculée ou mesurée

E_c : épaisseur critique, soit $E_s - 7 \text{ mm}$

E_s : épaisseur spécifiée

La retenue pour l'épaisseur du revêtement de chaussée en béton est obtenue en multipliant $(PU - PR_e)$ par la superficie visée.

14.2.5.3 Calcul du montant d'ajustement relatif à l'uni de surface

Le montant d'ajustement relatif à l'uni de surface applicable à chacun des segments de 100 m acceptés pour les voies de circulation assujetties aux exigences d'uni est indiqué au tableau suivant :

Valeur d'IRI retenue du segment accepté (m/km)	Montant d'ajustement relatif à l'uni de surface (\$)
≤ 1,2	0
1,3	-20
1,4	-40
1,5	-200
1,6	-1000
1,7	-2000

Le montant d'ajustement relatif à l'uni de surface applicable à chacun des segments de 100 m acceptés pour les accotements assujettis aux exigences d'uni est indiqué au tableau suivant :

Valeur d'IRI retenue du segment accepté (m/km)	Montant d'ajustement relatif à l'uni de surface (\$)
≤ 1,2	0
1,3	-20
1,4	-40
1,5	-200
1,6	-600
1,7	-800
1,8	-1000
1,9	-1500
2,0	-2000

Les montants d'ajustement des segments sont additionnés pour l'ensemble du contrat et font l'objet d'une retenue globale.

14.3 COLMATAGE DES JOINTS

14.3.1 PORTÉE DES TRAVAUX

Les travaux consistent à scier, à nettoyer et à colmater les joints d'une chaussée en béton au moyen d'un produit posé à chaud ou d'un produit prémoulé.

Le joint longitudinal scié (lorsque deux bandes sont coulées en même temps) n'est pas colmaté. La quantité de produit de colmatage pour le contrat peut varier en fonction de la méthode de travail de l'entrepreneur.

14.3.2 MATÉRIAUX

14.3.2.1 Produit de colmatage posé à chaud

Le produit de colmatage posé à chaud doit être conforme aux exigences de la norme 4401 du Ministère.

14.3.2.2 Produit de colmatage posé à froid (joints de bordures et de glissières rigides en béton)

Le produit de colmatage posé à froid doit être un élastomère à base de polyuréthane conforme aux exigences de la norme ASTM C920 « Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants ».



14 | Revêtement de chaussée en béton

14.3.2.3 Cordon de retenue

Le cordon de retenue doit être constitué d'une mousse de polyéthylène à cellules fermées et être conforme aux exigences relatives au type 1 de la norme ASTM D5249 «Standard Specification for Backer Material for Use with Cold- and Hot-Applied Joint Sealants in Portland-Cement Concrete and Asphalt Joints». Le diamètre du cordon doit être égal à 1,25 fois la largeur du réservoir de colmatage.

14.3.2.4 Lubrifiant

Le lubrifiant pour insertion du produit prémoulé doit être recommandé par le fabricant du produit prémoulé et être conforme à la norme ASTM D2835 «Standard Specification for Lubricant for Installation of Preformed Compression Seals in Concrete Pavements».

14.3.2.5 Produit prémoulé

Le produit prémoulé doit être conforme à la norme ASTM D2628 «Standard Specification for Preformed Polychloroprene Elastomeric Joint Seals for Concrete Pavements» ou à la norme ASTM D3542 «Standard Specification for Preformed Polychloroprene Elastomeric Joint Seals for Bridges», en excluant les exigences relatives à la perte de masse dans l'huile.

14.3.3 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

14.3.3.1 Attestation de conformité du produit de colmatage

Pour chaque livraison de produit de colmatage, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité datée et signée par le responsable du laboratoire du fabricant et contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- l'identification du fabricant;
- le nom commercial du produit;
- la date de fabrication;
- le numéro du lot de production;
- la température minimale de mise en place.

Pour le produit de colmatage posé à chaud :

- les résultats des essais spécifiés au tableau 4401-1 de la norme 4401 du Ministère;
- la température maximale de chauffage.

Pour le produit de colmatage posé à froid :

- la conformité aux exigences de la norme ASTM C920 «Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants».

Pour le produit prémoulé :

- les résultats des essais réalisés selon les exigences de la norme ASTM D2628 «Standard Specification for Preformed Polychloroprene Elastomeric Joint Seals for Concrete Pavements» en excluant l'exigence relative à la perte de masse dans l'huile.

Un lot de production de produit de colmatage correspond à une quantité déterminée de produit présentant les mêmes caractéristiques physico-chimiques, fabriquée selon le même procédé à partir des mêmes constituants et de la même source d'approvisionnement, au cours d'une période de production ininterrompue.

14.3.3.2 Attestation de conformité du cordon de retenue

Pour chaque livraison de cordon de retenue, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité datée et signée par le responsable du laboratoire du fabricant et contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- l'identification du fabricant;
- le nom commercial du produit;
- la date de fabrication;
- le numéro du lot de production;
- les résultats d'essais effectués selon les exigences de la norme ASTM D5249 «Standard Specification for Backer Material for Use with Cold- and Hot-Applied Joint Sealants in Portland-Cement Concrete and Asphalt Joints».

Un lot de cordon de retenue correspond à 5000 m de produit.

14.3.3.3 Évaluation de lot du produit de colmatage posé à chaud avant le début des travaux

Avant le début des travaux de colmatage à chaud des joints, l'entrepreneur doit vérifier auprès du Ministère si le ou les lots qu'il prévoit utiliser ont été évalués et jugés conformes. Pour un lot non évalué, l'entrepreneur doit transmettre au surveillant un échantillon consistant en un bloc entier de produit de colmatage non chauffé, à l'intérieur de son emballage original scellé, muni d'une marque d'identification de lot. Cet échantillon doit être sélectionné de façon aléatoire et être représentatif du lot de produit de colmatage devant être utilisé.

L'entrepreneur doit prévoir un délai de 21 jours, à partir du moment de la réception de l'échantillon au laboratoire du Ministère, pour la réalisation



14 | Revêtement de chaussée en béton

des essais démontrant la conformité du lot et du produit selon les exigences du tableau 4401-1 de la norme 4401 du Ministère.

Dans le cas de résultats non conformes aux exigences du tableau 4401-1 de la norme 4401 du Ministère, le lot est rejeté et ne peut pas être utilisé, et une nouvelle évaluation doit être réalisée sur un nouveau lot. Tous les essais supplémentaires à la première évaluation de lot réalisés par le Ministère sont aux frais de l'entrepreneur.

14.3.3.4 Contrôle du produit de colmatage posé à chaud après chauffage

a) Échantillonnage

La qualité du produit de colmatage après chauffage est évaluée à chaque journée de travail à partir d'un échantillon constitué de 4 éprouvettes. L'entrepreneur doit préalablement déterminer avec le surveillant le moment de prélèvement. Ce dernier doit être fait en présence du Ministère.

Les éprouvettes doivent être prélevées à la sortie de la buse d'injection en versant le produit dans des contenants métalliques propres de laboratoire de 177 ml remplis à 90 % de leur capacité. Après le remplissage, les contenants doivent être refroidis dans une position horizontale pendant au moins une heure. Les contenants doivent être entreposés dans un endroit tempéré approuvé par le Ministère permettant au produit de conserver son état solide, tout en ayant une surface lisse et horizontale, et ce, jusqu'au laboratoire du Ministère.

b) Essais de contrôle

Le Ministère effectue un contrôle de réception sur le produit de colmatage échantillonné. Les paramètres de contrôle et les critères d'acceptation sont spécifiés à la norme 4401 du Ministère.

La vérification des caractéristiques (pénétration et résilience) est effectuée sur deux éprouvettes pour les premiers essais de contrôle. Si tous les résultats sont conformes aux exigences du tableau 4401-2 de la norme 4401 du Ministère, le produit est accepté.

Cependant, si un résultat d'essai est non conforme, un nouvel essai de pénétration ou de résilience, selon le cas, est réalisé sur la troisième éprouvette. Si le nouveau résultat satisfait aux exigences, le produit est accepté.

La quatrième éprouvette est conservée au laboratoire comme éprouvette témoin.

c) Réévaluation d'un échantillon non conforme

Lorsqu'une non-conformité est décelée également sur la troisième éprouvette, l'éprouvette témoin est alors utilisée pour valider les résultats de l'essai en cause. L'essai est repris au laboratoire du Ministère dans les 10 jours suivant la remise du rapport de non-conformité, à moins d'un avis contraire de la part du surveillant. Le Ministère avise l'entrepreneur de la date de la réévaluation. L'entrepreneur peut déléguer, à ses frais, un observateur pour s'assurer que les conditions de l'essai de reprise sont conformes aux exigences. Tout commentaire concernant l'application jugée incorrecte d'une méthode par cet observateur doit être signifié sur-le-champ au Ministère. Le Ministère informe l'entrepreneur du résultat de la réévaluation dans les plus brefs délais. Le nouveau résultat remplace le résultat de l'essai original et il est considéré comme étant final.

Dans l'éventualité où l'état de l'éprouvette témoin ne permet pas la réalisation de la réévaluation, le résultat de l'essai effectué sur la troisième éprouvette est définitif.

Si le produit est jugé non conforme, la partie des travaux correspondant à l'échantillonnage de la journée de travail est rejetée et elle doit être reprise aux frais de l'entrepreneur. Ce dernier doit soumettre une proposition écrite au surveillant pour présenter la méthode qu'il entend appliquer pour reprendre les travaux. Les nouveaux essais de contrôle sont effectués par le Ministère aux frais de l'entrepreneur.

14.3.3.5 Contrôle de réception du produit prémoulé

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en une longueur de 2 m de produit par lot. La dimension d'un lot est de 6000 m de produit. Toute quantité restante de produit inférieure à 6000 m est considérée comme un lot. L'entrepreneur doit indiquer au surveillant la quantité de produit prémoulé nécessaire à la réalisation du contrat. L'entrepreneur doit proposer au surveillant une procédure d'identification de chacun des lots.

14.3.4 MATÉRIEL

À la première réunion de chantier, avant le début des travaux de colmatage des joints, l'entrepreneur doit soumettre au surveillant les fiches techniques de tout le matériel qu'il entend utiliser et un certificat d'étalonnage des thermomètres et des thermostats de la chaudière, délivré dans l'année en cours par un laboratoire enregistré.

14 | Revêtement de chaussée en béton

14.3.4.1 Matériel pour sciage

Les équipements doivent être conçus pour scier et chanfreiner le béton. La scie doit être autopropulsée et munie d'une lame au diamant. L'emploi d'une scie à impact, d'une toupie ou d'un outil à percussion n'est pas permis.

14.3.4.2 Matériel pour nettoyage au jet d'abrasif

Le compresseur doit posséder les caractéristiques suivantes :

- pression minimale : 600 kPa;
- débit minimal : 4 m³/min;
- diamètre intérieur de la conduite : 19 mm.

Le matériel pour nettoyage au jet d'abrasif doit être muni d'un filtre pour capter l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée au surveillant avant les opérations de nettoyage.

La lance doit avoir un diamètre intérieur de 25 mm et être munie d'une buse de 6 mm.

14.3.4.3 Matériel pour nettoyage au jet d'air

Le compresseur doit posséder les caractéristiques suivantes :

- pression minimale : 600 kPa;
- débit minimal : 4 m³/min;
- diamètre intérieur de la conduite : 19 mm.

Le matériel pour nettoyage au jet d'air comprimé doit être muni d'un filtre qui capte l'huile et l'humidité. L'efficacité du filtre doit être démontrée au surveillant avant les opérations de nettoyage.

14.3.4.4 Matériel pour la pose du produit à chaud

La chaudière doit être à double paroi et munie d'un malaxeur fonctionnel en tout temps, d'un thermomètre gradué en °C pour liquide caloporteur et d'un thermomètre gradué en °C pour le produit de colmatage des joints. La température du liquide caloporteur doit être contrôlée automatiquement de façon à maintenir la température du produit de colmatage et celle du liquide caloporteur à l'intérieur des limites stipulées par le fabricant.

Une buse d'injection doit être utilisée pour la pose du produit.

L'utilisation de pots verseurs ou d'épandeurs sur roues est interdite.

14.3.4.5 Matériel pour la pose du produit prémoulé

L'appareil pour la pose du produit prémoulé doit permettre d'insérer le produit prémoulé à la profondeur spécifiée sans l'étirer, le contracter ni le

tordre au-delà des limites permises. L'appareil de pose doit être approuvé par le fabricant du produit prémoulé. L'approbation écrite doit être remise au surveillant.

14.3.5 MISE EN ŒUVRE

Cet article s'applique aussi au colmatage des joints des bordures et des glissières rigides en béton sur un revêtement de chaussée en béton.

14.3.5.1 Conditions préalables

Les travaux doivent être exécutés après que le béton a atteint 70 % de la résistance en compression exigée à 28 jours et après toute correction par meulage.

Les travaux de pose de produit à chaud doivent être exécutés lorsque la température ambiante est supérieure à 5 °C.

14.3.5.2 Exécution du réservoir de colmatage

Le réservoir est réalisé par sciage du béton. Les parois du réservoir doivent être verticales. Les arêtes du réservoir doivent être chanfreinées à 45° et à une profondeur de 3 mm.

Le trait de scie pour l'amorce de fissuration ou le joint de construction doit se situer à l'intérieur des limites du réservoir.

Le réservoir doit être rectiligne et son alignement ne doit pas dévier de plus de 6 mm sur une longueur de 3 m.

La réalisation du réservoir ne doit pas précéder de plus de 48 heures la pose du produit de colmatage.

14.3.5.3 Nettoyage du réservoir de colmatage

Immédiatement après la réalisation du réservoir, l'entrepreneur doit éliminer complètement les résidus laiteux et autres débris dans le réservoir et sur la surface du revêtement en béton au moyen d'un jet d'eau. Le jet d'eau doit être appliqué du centre de la chaussée vers les accotements.

L'entrepreneur doit ensuite nettoyer les parois du réservoir au jet d'abrasif pour obtenir une surface légèrement rugueuse et sans débris détachables. Le jet d'abrasif doit être appliqué séparément sur chacune des parois verticales. Il ne doit pas être appliqué sur la surface du revêtement en béton ni sur le chanfrein. L'entrepreneur doit adapter sa méthode de travail en fonction du type de jet d'abrasif choisi. La méthode de travail doit respecter les exigences environnementales. Au besoin, l'entrepreneur doit effectuer un contrôle de la poussière produite par ses opérations.



14 | Revêtement de chaussée en béton

Après le nettoyage au jet d'abrasif, l'entrepreneur doit déloger complètement les débris de jet d'abrasif incrustés ou adhérant aux parois du réservoir et nettoyer la surface de la chaussée.

Avant la pose du cordon de retenue ou du produit prémoulé, un nettoyage du réservoir au jet d'air comprimé doit être effectué.

Après le nettoyage, les parois du réservoir doivent être sèches et exemptes de poussières, de graisse ou de corps étrangers.

14.3.5.4 Colmatage au moyen d'un produit à chaud

Immédiatement après le nettoyage du réservoir au jet d'air, un cordon de retenue est inséré dans le réservoir. Un second nettoyage au jet d'air est requis immédiatement avant la pose du produit à chaud.

La chaudière doit être remplie avec du produit provenant de son emballage original. Avant usage, la chaudière doit être vide et nettoyée.

La température du produit à chaud doit être maintenue en tout temps à l'intérieur des limites spécifiées par le fabricant. Tout produit de colmatage chauffé à une température excédant la limite supérieure est rejeté. Dans ce cas, l'entrepreneur doit vider la chaudière, la nettoyer et la remplir de nouveau avec du produit neuf.

Le produit à chaud doit être appliqué à l'aide d'une buse d'injection et posé en une seule couche sans emprisonner d'air entre le cordon de retenue et le produit.

Pendant les 30 premières minutes suivant l'application du produit à chaud, la circulation sur les réservoirs de colmatage est interdite. La pose d'un produit antiadhérent ne raccourcit pas ce délai minimal.

En cas de pluie, les travaux de colmatage doivent être arrêtés immédiatement. Les travaux peuvent être repris dès que le surveillant juge que les joints à colmater sont devenus secs. L'entrepreneur doit planifier son travail afin que le produit restant dans la chaudière à la fin de la journée ne dépasse pas le tiers du contenant.

14.3.5.5 Colmatage au moyen d'un produit prémoulé

Immédiatement après le nettoyage du réservoir au jet d'air, le produit prémoulé est lubrifié et inséré dans le réservoir en respectant le mode d'installation recommandé par le fabricant du produit.

Les parois latérales du produit prémoulé doivent être pleinement en contact avec les parois du réservoir. Le produit prémoulé ne doit pas être tordu ni étiré au-delà de 3 % ou contracté de plus de 2 %.

Pour vérifier l'étirement et la contraction du produit, l'entrepreneur doit mesurer et marquer le produit prémoulé d'un joint transversal complet avant la pose et le mesurer une fois posé pour s'assurer qu'il n'est pas étiré de plus de 3 % ou contracté au-delà de 2 %. Cette vérification doit être faite au début de chaque jour et de chaque quart de travail à compter du début de l'installation et aux 25 joints transversaux au fur et à mesure de l'avancement des travaux. L'intervalle de 25 joints peut être réduit lorsque l'entrepreneur ne réussit pas à poser le produit prémoulé selon les exigences.

Tout produit dont l'installation ne répond pas à ces exigences doit être rejeté.

Tout raccordement du produit prémoulé doit être collé selon les recommandations du fabricant.

14.3.5.6 Colmatage à l'intersection des joints

À l'intersection des joints, l'entrepreneur doit mettre en place les produits de colmatage de façon à assurer l'étanchéité. L'entrepreneur doit assurer la continuité du produit prémoulé des joints transversaux.

14.3.5.7 Colmatage d'un joint transversal entre le béton et l'enrobé

Le colmatage du joint entre le béton et l'enrobé doit être réalisé avec un produit de colmatage posé à chaud.

14.3.6 MODE DE PAIEMENT

Le colmatage des joints est payé au mètre. Le prix couvre notamment la préparation, y inclus le sciage et le nettoyage, la fourniture et la pose des matériaux, l'application de la garantie d'entretien, la signalisation des travaux requise et toute dépense incidente.

14.3.6.1 Garantie d'entretien des joints

En plus des conditions stipulées à l'article « Inspection et réception des travaux » de la section « Exécution des travaux », le Ministère effectue la réception des travaux après avoir reçu de l'entrepreneur un cautionnement d'entretien produit par une compagnie d'assurance ayant un permis pour exercer en assurance garantie délivré par l'Autorité des marchés financiers du Québec.



14 | Revêtement de chaussée en béton

À cette fin, le Ministère fournit à l'entrepreneur une lettre de confirmation selon laquelle les travaux sont terminés et jugés recevables.

Le cautionnement doit respecter les dispositions inscrites dans le formulaire *Cautionnement d'entretien* (V-2983) et engager le signataire du contrat. Il doit être valide pour une période de 2 ans à compter de la réception des travaux de colmatage des joints et doit être d'une valeur égale à 25 % du montant total du contrat de colmatage des joints.

14.3.6.1.1 Inspection

Dans l'hiver qui suit le colmatage des joints, le surveillant procède à l'inspection des joints en présence de l'entrepreneur. Lorsqu'il n'est pas possible de réaliser l'inspection des joints dans les 2 semaines qui suivent les grands froids, l'inspection doit être réalisée dans les meilleurs délais après cette période. L'absence de l'entrepreneur lors de cette inspection n'invalide pas les résultats.

14.3.6.1.2 Traitement des joints à reprendre

Dans le cadre de la garantie d'entretien, l'entrepreneur doit exécuter les travaux de correction qui lui auront été signalés à la suite de l'inspection des joints. Ces reprises doivent être exécutées dans un délai de 30 jours suivant la réception de l'avis de correction et au plus tard le 15 juin de l'année courante de l'inspection, même si cette dernière date se situe après la période de garantie.

L'entrepreneur doit reprendre le colmatage des joints en cas de défauts de contraction, d'étirement, d'arrachement et de dégagement. Le produit prémoulé avec un dégagement de 12 mm et plus ainsi que le produit prémoulé tordu et n'adhérant plus aux parois doit être remplacé. Le produit prémoulé retiré du réservoir ne doit pas être réutilisé. L'entrepreneur doit réaliser les travaux de reprise de traitement des joints à ses frais.

Le Ministère tolère 5 % de traitement de joints prémoulés ne répondant pas exactement aux exigences pour chacun des joints transversaux. Pour les joints longitudinaux, la longueur de référence est de 20 m.

Cette tolérance s'applique uniquement pour le respect de la garantie d'entretien et ne s'applique pas à la réception des travaux.

14.4 RÉPARATION DU REVÊTEMENT DE CHAUSSEE EN BÉTON

14.4.1 MATÉRIAUX

À moins d'une stipulation différente au présent article, les matériaux utilisés sont les mêmes que ceux exigés pour la construction du revêtement de chaussée en béton.

14.4.1.1 Béton

Le béton utilisé pour la réparation doit être conforme aux caractéristiques du mélange de type IV de la norme 3101 du Ministère.

14.4.1.2 Treillis métallique

Le treillis métallique doit être conforme à la norme 5101 du Ministère.

14.4.1.3 Agent de liaisonnement

L'agent de liaisonnement du nouveau béton au béton existant doit être un coulis cimentaire composé de ciment et de sable mélangés à volumes égaux avec un rapport eau/ciment (E/C) n'excédant pas 0,45. Un superplastifiant peut être ajouté pour obtenir la consistance requise pour l'application.

14.4.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

L'assurance de la qualité des matériaux est effectuée selon les exigences concernant la construction du revêtement de chaussée en béton, à l'exception des exigences relatives aux essais de résistance en flexion, d'épaisseur du revêtement de chaussée en béton et d'uni de surface.

14.4.3 MATÉRIEL

À moins d'une stipulation différente au présent article, le matériel utilisé est le même que celui qui est exigé pour la construction du revêtement de chaussée en béton ou pour le colmatage de joints.

Pour les réparations en surface, le marteau pneumatique utilisé doit être de 14 kg ou moins.

14.4.4 MISE EN ŒUVRE

14.4.4.1 Exigences concernant les réparations

Les réparations en surface doivent s'effectuer sur une épaisseur minimale de 75 mm sans dépasser la moitié de l'épaisseur du revêtement en béton à réparer. Toutefois, si la dimension de la surface à réparer excède 1,5 m², la réparation doit être faite en profondeur.



14 | Revêtement de chaussée en béton

Lorsqu'une surface à réparer dépasse en profondeur 50 % de l'épaisseur du revêtement en béton ou lorsque le dessus des goudrons et des tirants est apparent, la réparation doit être faite en profondeur.

Le long des joints, les épaufrures dont la largeur totale est inférieure à 40 mm sont colmatées à l'aide d'un produit de colmatage posé à chaud.

14.4.4.2 Délimitation des surfaces

Le surveillant détermine l'emplacement des surfaces à réparer et le type de réparation à faire. Ces surfaces comprennent un excédent de 150 mm de béton en bon état.

Pour les dalles de plus de 6 m, les dimensions minimales d'une réparation en profondeur doivent être de 1,8 m de longueur sur une largeur ou une demi-largeur de voie. La longueur est portée à 3,6 m lorsque la réparation est de part et d'autre d'un joint transversal. Dans le cas des dalles de moins de 6 m, les dimensions de la réparation doivent être d'une demi-voie d'un joint transversal à l'autre ou de 1,8 m de longueur sur une largeur de voie. Lorsqu'un joint longitudinal se trouve à l'intérieur d'une réparation, la réparation doit s'effectuer au minimum sur une demi-largeur de voie de chaque côté. Les joints de retrait de la réparation doivent être dans le prolongement de ceux des dalles voisines.

Les côtés de la surface à réparer doivent être parallèles au joint longitudinal et au joint transversal. Aucun trait de scie ne doit chevaucher de plus de 35 mm les surfaces adjacentes.

Le trait de scie doit être rectiligne et ne doit pas dévier de plus de 10 mm mesurés sur 3 m. Pour des écarts supérieurs, l'entrepreneur doit reprendre à ses frais le trait de scie et assumer le coût de la surface supplémentaire à réparer.

Advenant une épaufrure dans les 35 premiers millimètres à partir de la surface du revêtement en béton, l'entrepreneur doit refaire, à ses frais, un nouveau trait de scie et enlever cette partie.

14.4.4.3 Enlèvement du béton

14.4.4.3.1 Réparation en surface

L'entrepreneur doit faire des traits de scie de 50 mm de profondeur sur le périmètre de la surface à réparer. Il doit démolir et enlever le béton sur une profondeur minimale de 75 mm sans dépasser la moitié de l'épaisseur du revêtement en béton à l'endroit où il est endommagé. Le fond de la réparation doit être relativement plat et horizontal par rapport aux parois verticales.

14.4.4.3.2 Réparation en profondeur

L'entrepreneur doit scier, sur toute l'épaisseur du revêtement en béton, le périmètre de la surface à réparer. La partie de béton découpée doit être enlevée par levage. Tout débris doit être enlevé jusqu'à la fondation.

Lors des travaux, l'entrepreneur doit prendre soin de ne pas briser la paroi verticale. Lorsqu'il y a reprise attribuable à un bris ou à une épaufrure dans le béton, les frais engagés sont à la charge de l'entrepreneur.

14.4.4.4 Réparation de la fondation

Pour la réparation en profondeur du revêtement en béton, l'entrepreneur doit enlever les débris et les matériaux souillés. Il doit procéder au compactage de la fondation à l'aide d'un compacteur manuel. Après compactage, l'entrepreneur doit restaurer le profil de la fondation avec du béton de même qualité que le béton stipulé pour la réparation.

14.4.4.5 Perçage des trous et installation des goudrons et tirants

Le centre des trous doit être situé à mi-épaisseur de la dalle avec une tolérance verticale de ± 12 mm. L'entrepreneur doit suivre les recommandations du fabricant du produit d'ancrage et transmettre au surveillant la méthode qu'il va utiliser. Le diamètre des trous à forer doit être d'au moins 3 mm supérieur au diamètre hors-tout du goudron et du tirant. Le matériel utilisé pour le jet d'air doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel. L'entrepreneur doit utiliser un piston d'injection compatible avec le type de résine et le diamètre du trou utilisé. L'injection doit commencer au fond du trou et progresser vers l'extérieur. Les goudrons et les tirants doivent être tenus en place parallèlement à la surface jusqu'à ce que le produit d'ancrage durcisse. L'axe des goudrons ne doit pas dévier de plus de 6 mm sur la longueur du goudron par rapport à l'alignement théorique dans le plan horizontal et dans le plan vertical.

14.4.4.6 Treillis métallique

Dans les dalles de plus de 6 m, un treillis métallique 152 x 152 – MW 25,8 x MW 25,8 doit être posé à la mi-épaisseur du revêtement en béton, mais il doit être placé au-dessus des tirants et des goudrons. Le treillis doit être maintenu à la bonne hauteur en plaçant le nombre de supports nécessaire. Le treillis doit s'arrêter à 75 mm des côtés de la surface à réparer et des joints.

14 | Revêtement de chaussée en béton

14.4.4.7 Nettoyage et préparation des surfaces en béton

Les surfaces où le nouveau béton vient en contact avec le béton existant doivent être nettoyées par jet de sable. Le nettoyage doit enlever les morceaux de béton qui n'adhèrent plus parfaitement afin d'obtenir une surface rugueuse. Immédiatement avant la coulée du béton, l'entrepreneur doit nettoyer par jet d'air comprimé toutes les surfaces avoisinantes, la surface préparée ainsi que les parois de l'excavation.

Sur toutes les surfaces où le nouveau béton doit adhérer au béton existant, un liant d'apprêt doit être appliqué. Lorsque le liant d'apprêt sèche avant le bétonnage, son application doit être recommencée.

14.4.4.8 Planche compressible

Afin de conserver l'espace nécessaire au libre mouvement du revêtement en béton lors du bétonnage d'une réparation en surface, l'entrepreneur doit installer une planche compressible dans les joints existants. La planche compressible doit avoir 13 mm d'épaisseur. La planche doit excéder les dimensions de la surface à réparer de 75 mm de chaque côté et de 25 mm dans le fond.

14.4.4.9 Joints longitudinaux pour réparation en profondeur

Les joints longitudinaux de retrait et les joints de construction doivent être munis de tirants.

14.4.4.10 Joints transversaux pour réparation en profondeur

14.4.4.10.1 Joints de construction

Les joints de construction transversaux doivent être munis de tirants.

14.4.4.10.2 Joints de retrait

Les joints transversaux de retrait doivent être munis de goujons.

14.4.4.10.3 Joints de dilatation

Dans les dalles de plus de 6 m, les joints de dilatation doivent comporter des goujons de 38,1 mm de diamètre $\times$ 450 mm à 300 mm c/c avec capuchon de 85 mm $\pm$ 10 mm. Les joints comportent une planche compressible de 19 mm et leur emplacement est déterminé par le surveillant. Les joints doivent coïncider avec les joints des dalles voisines.

14.4.4.11 Joint de désolidarisation

Le joint de désolidarisation doit être conforme aux exigences concernant la construction du revêtement en béton.

14.4.4.12 Bétonnage

L'entrepreneur doit procéder du centre de la surface à réparer vers les bords. Une règle vibrante doit être utilisée pour les surfaces à réparer qui ont une voie de largeur sur plus de 10 m de longueur ou un total de 100 m² et plus de superficie.

Le béton doit être consolidé à l'aide de vibrateurs de type à immersion. Pour les réparations en surface, le vibreur à immersion doit avoir un diamètre maximal de 25 mm. Les vibrateurs doivent être insérés à 300 mm de centre à centre sur toute la surface de la réparation. Les travaux de talochage et de lissage sont interdits. La texture de la surface doit satisfaire aux exigences concernant la construction du revêtement en béton.

14.4.4.13 Cure

La cure du béton doit être effectuée avec un matériau de cure formant membrane appliqué au taux de 0,2 l/m² sur toute la surface du béton, y inclus les bords du revêtement en béton. Le matériau de cure doit être agité avant et pendant son application afin d'obtenir un film homogène sur toute la surface.

14.4.4.14 Amorce de fissuration

L'amorce de fissuration des joints doit être conforme aux exigences concernant la construction du revêtement de chaussée en béton.

14.4.4.15 Circulation sur la dalle de béton

L'entrepreneur doit se conformer aux exigences concernant la construction du revêtement en béton.

14.4.4.16 Finition

Le niveau de la surface réparée doit être le même que celui du revêtement en béton existant adjacent. Tout écart de plus de 5 mm sur 3 m, mesuré selon la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère, doit être corrigé par l'entrepreneur. S'il est prévu au contrat de meuler à la suite des réparations, l'entrepreneur doit s'assurer d'obtenir un meulage sur 100 % de la surface réparée.

14.4.4.17 Colmatage des joints

Tous les joints du revêtement en béton doivent être colmatés et conformes aux exigences concernant la construction du revêtement de chaussée en béton, y compris les joints entre le béton et l'enrobé.

14.4.5 MODE DE PAIEMENT

14.4.5.1 Réparation en surface

La réparation en surface du revêtement de chaussée en béton est payée au mètre carré. Le prix couvre notamment la fourniture, le transport,

14 | Revêtement de chaussée en béton

la pose de tous les matériaux, les traits de scie, l'enlèvement du béton, la mise au rebut des débris, le nettoyage et la préparation de la surface en béton, la planche compressible, le colmatage des joints, le bétonnage, la cure, l'amorce de fissuration ainsi que la finition, et il inclut toute dépense incidente.

Le prix unitaire révisé pour la résistance en compression du béton est calculé selon le mode de paiement pour la construction du revêtement de chaussée en béton. Aux fins du calcul, le prix unitaire au mètre carré est converti en mètres cubes en considérant une épaisseur de 75 mm.

14.4.5.2 Réparation en profondeur

La réparation en profondeur du revêtement de chaussée en béton est payée au mètre carré. Le prix couvre notamment la fourniture, le transport, la pose de tous les matériaux, les traits de scie, l'enlèvement du béton, l'élimination des débris, la réparation de la fondation, les tirants, les goudjons, les treillis métalliques, le nettoyage et la préparation de la surface en béton, la planche compressible, le colmatage des joints, le bétonnage, la cure ainsi que l'amorce de fissuration, et il inclut toute dépense incidente.

Le prix unitaire révisé pour la résistance en compression du béton est calculé selon le mode de paiement pour la construction du revêtement de chaussée en béton. Aux fins du calcul, le prix unitaire au mètre carré est converti en prix au mètre cube en tenant compte de l'épaisseur de la dalle existante.

14.4.5.3 Béton pour réparation de fondation

Le béton pour réparation de fondation est payé au mètre cube. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la mise en œuvre ainsi que le contrôle de la qualité, et il inclut toute dépense incidente.



15 | Ouvrages d'art

15.1 DÉMOLITION DES OUVRAGES EXISTANTS

L'expression «démolition complète» s'applique à une structure qui doit être démolie en entier. Elle s'applique aussi à un élément de pont à reconstruire en entier (tablier, dalle sur poutres, pile, culée, joint de tablier, etc.) ou en partie, mais sur sa pleine section (semelle, culée, pile, mur de soutènement, ponceau, côtés extérieurs, chasse-roues, glissières, trottoirs, pistes cyclables, etc.), quelle que soit la longueur.

L'expression «démolition partielle» s'applique quant à elle à toute portion d'élément de pont à réparer, sans que cet élément soit à reconstruire en entier. Elle inclut notamment la démolition en vue d'une réparation avec coffrages (avec ou sans surépaisseur), d'une réparation au moyen de béton projeté ou d'une réparation (en surface ou en profondeur) de dalle, de trottoir ou de piste cyclable.

15.1.1 MATÉRIEL

15.1.1.1 Démolition complète

Dans le cas de la démolition d'une dalle sur poutres, l'entrepreneur doit utiliser une scie à béton jusqu'à 100 mm des poutres et des diaphragmes. Pour une dalle sur poutres en béton, il peut aussi utiliser, jusqu'à 300 mm des poutres et des diaphragmes, un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 200 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 1500 kg. Pour une dalle sur poutres en acier, il peut aussi utiliser, jusqu'à 100 mm des poutres et des diaphragmes, un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 350 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 3000 kg. Pour la démolition du béton situé à proximité et au-dessus des poutres et des diaphragmes, l'entrepreneur doit utiliser un marteau pneumatique manuel d'au plus 30 kg ou un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 60 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 1000 kg. Cependant, pour la démolition du béton au niveau et en dessous de la nappe inférieure d'armature de la dalle située au-dessus des poutres et des diaphragmes, il doit utiliser un marteau pneumatique manuel d'au plus 7 kg. Le béton situé directement au-dessus des poutres en acier doit être enlevé de façon manuelle.

Dans le cas de la démolition d'un côté extérieur d'une dalle sur poutres, l'entrepreneur doit utiliser, jusqu'à 300 mm des poutres de rive en béton ou jusqu'à 100 mm des poutres de rive en acier, un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par

frappe est inférieure à 350 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 3000 kg. Dans le cas de la démolition des côtés extérieurs d'une dalle épaisse pleine, l'entrepreneur doit utiliser, jusqu'à 100 mm du béton à conserver, un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 350 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 3000 kg. Il peut aussi utiliser un brise-béton de type cisaille jusqu'à 300 mm des poutres de rive ou du béton à conserver. Pour la démolition du béton à proximité et au-dessus des poutres, les exigences spécifiées dans le cas de la démolition d'une dalle sur poutres s'appliquent. Pour une dalle épaisse pleine, un marteau pneumatique d'au plus 15 kg doit être utilisé pour finaliser la démolition jusqu'au béton à conserver.

Dans le cas de la démolition d'un chasse-roues ainsi que d'un trottoir ou d'une piste cyclable en surépaisseur au-dessus d'une dalle, l'entrepreneur doit utiliser un marteau pneumatique manuel d'au plus 30 kg ou un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 60 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 1000 kg. Pour la démolition d'une glissière en béton, il peut aussi utiliser soit un brise-béton de type cisaille, soit un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 350 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 3000 kg. Par contre, les 100 derniers millimètres attenants à la dalle d'un chasse-roues, d'un trottoir, d'une piste cyclable en surépaisseur et d'une glissière doivent être démolis avec un marteau pneumatique manuel d'au plus 15 kg.

Dans le cas de la démolition d'une portion de pile ou de culée, lorsque l'épaisseur de l'élément à démolir est inférieure à 450 mm, l'entrepreneur doit utiliser, jusqu'à 100 mm du béton à conserver, un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 200 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 1500 kg. Lorsque l'épaisseur de l'élément à démolir est d'au moins 450 mm, l'entrepreneur doit utiliser, jusqu'à 100 mm du béton à conserver, un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 350 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 3000 kg. Il peut aussi utiliser pour ce dernier cas un brise-béton de type cisaille jusqu'à 300 mm du béton à conserver. La démolition des 100 derniers millimètres attenants au béton à conserver doit être effectuée au marteau pneumatique manuel d'au plus 15 kg. Ces exigences ne s'appliquent pas lorsque l'ensemble de la culée ou de la pile, y compris les semelles ou les pieux, est à démolir.

15 | Ouvrages d'art

Dans le cas du remplacement ou de l'élimination d'un joint de tablier, l'entrepreneur doit utiliser un marteau pneumatique manuel d'au plus 30 kg ou un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 60 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 1000 kg pour les épaulements du joint et pour la dalle. Cependant, pour le béton au niveau et en dessous de la nappe inférieure d'armature de la dalle située au-dessus des poutres et des diaphragmes, l'entrepreneur doit utiliser un marteau pneumatique manuel d'au plus 7 kg. Pour la démolition de la partie supérieure du garde-grève ayant une épaisseur inférieure à 450 mm, l'entrepreneur doit utiliser, jusqu'à 100 mm du béton à conserver, un marteau pneumatique manuel d'au plus 30 kg ou un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 60 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 1000 kg. Par contre, pour un garde-grève ayant une épaisseur d'au moins 450 mm, l'entrepreneur peut utiliser, jusqu'à 100 mm du béton à conserver, un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 200 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 1500 kg. Un marteau pneumatique manuel d'au plus 15 kg doit être utilisé pour finaliser la démolition jusqu'au béton à conserver du garde-grève. Pour la démolition des éléments en acier d'un joint de tablier ainsi que de ceux intégrés à un chasse-roues ou à un trottoir, l'entrepreneur peut aussi utiliser un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 200 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 1500 kg.

Dans le cas de la démolition d'une dalle de transition, l'entrepreneur doit utiliser, jusqu'à 300 mm du mur garde-grève, un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 350 J, et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 3000 kg, ou un brise-béton de type cisaille. Pour la démolition du béton à proximité du garde-grève, un marteau pneumatique d'au plus 15 kg doit être utilisé pour finaliser la démolition jusqu'au béton à conserver.

Dans le cas de la démolition complète d'un tablier, il n'est pas permis d'utiliser un marteau hydraulique dont l'énergie par frappe est supérieure à 1000 J ni un marteau hydraulique qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse supérieure à 10000 kg.

Au moment de la mise en œuvre, le surveillant peut demander à tout moment de réduire la capacité des équipements de démolition autorisés lorsqu'il juge que les travaux de démolition causent

des dommages aux armatures, au béton ou à tout autre matériau à conserver.

Dans le cas de la démolition complète d'un ouvrage d'art en une seule phase de travaux et pour lequel aucun élément ne doit être conservé, les caractéristiques du matériel doivent être décrites dans le plan de démolition.

15.1.1.2 Démolition partielle

Dans le cas de la démolition du béton au-dessus de la première nappe d'armature, l'entrepreneur doit utiliser un marteau pneumatique manuel d'au plus 15 kg pour les poutres, les diaphragmes, les colonnes, les blocs d'assise, les chevêtres, les dalles épaisses évidées, les murs de soutènement préfabriqués, les ponceaux ainsi que tout autre élément mince et élancé. Pour les poutres préfabriquées précontraintes, l'entrepreneur doit utiliser un marteau pneumatique manuel d'au plus 7 kg. Pour les autres éléments de pont, il doit utiliser un marteau pneumatique manuel d'au plus 30 kg ou un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 60 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 1000 kg.

Dans le cas de la démolition du béton au-dessus de la première nappe d'armature dans les zones de béton délaminé ou de réparations sans sur-épaisseur, des parties de semelles, de culées, de piles, de murs ou de dalles épaisses pleines ayant une épaisseur d'au moins 450 mm, et aussi dans le cas de la démolition des éléments en acier d'un joint de tablier ainsi que de ceux intégrés à un chasse-roues ou à un trottoir, l'entrepreneur peut utiliser un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 200 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 1500 kg.

Dans le cas de la démolition du béton au niveau et en dessous de la première nappe d'armature, l'entrepreneur doit utiliser un marteau pneumatique manuel d'au plus 7 kg pour les poutres, les diaphragmes, les colonnes, les blocs d'assise, les chevêtres, les dalles épaisses évidées, les murs de soutènement préfabriqués, les ponceaux ainsi que tout autre élément mince et élancé. Pour les autres éléments du pont, il doit utiliser un marteau pneumatique manuel d'au plus 15 kg. Cependant, pour la démolition du béton au niveau et en dessous de la nappe inférieure d'armature d'une dalle située au-dessus des poutres et des diaphragmes, l'entrepreneur doit utiliser un marteau pneumatique manuel d'au plus 7 kg.

Dans le cas de la démolition du béton situé au-delà d'une profondeur de 10 mm réalisée lors



15 | Ouvrages d'art

d'une réparation avec coffrages et surépaisseur, l'entrepreneur doit utiliser un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 l/min, buse à jet rotatif concentré et distance buse-surface de béton comprise entre 150 mm et 200 mm). L'eau utilisée doit être conforme aux exigences de la norme 3101 du Ministère concernant l'eau de gâchage.

L'hydrodémolition peut être utilisée comme autre possibilité pour toute démolition de béton, dans la mesure où elle donne des résultats comparables à ceux obtenus avec les marteaux pneumatiques manuels ou hydrauliques autorisés.

Au moment de la mise en œuvre, le surveillant peut demander à tout moment de réduire la capacité des équipements de démolition autorisés lorsqu'il juge que les travaux de démolition causent des dommages aux armatures, au béton ou à tout autre matériau à conserver.

L'utilisation d'un brise-béton de type cisaille n'est pas autorisée.

15.1.2 MISE EN ŒUVRE

Les zones à démolir doivent être délimitées par un trait de scie de 20 mm de profondeur perpendiculaire à la surface sur toutes les faces. La profondeur du trait de scie est réduite au besoin pour éviter d'endommager l'armature.

Les traits de scie ne doivent pas se croiser; la démolition du béton près du point de rencontre de 2 traits de scie doit être réalisée à l'aide d'un marteau pneumatique manuel de 7 kg.

L'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires pour ne pas endommager le béton à conserver et ne pas plier ni endommager les barres d'armature à conserver. Les barres endommagées par l'entrepreneur lors des travaux doivent être remplacées à ses frais en tenant compte d'une longueur minimale de chevauchement de 600 mm.

La largeur de l'extrémité de la tige des marteaux de démolition ne doit pas excéder le diamètre de cette tige et doit être en forme de pointe ou de coin.

Lors de la démolition d'une dalle sur poutres en acier, la tige des marteaux de démolition ne doit pas venir en contact avec les poutres. Le béton situé directement au-dessus des poutres doit être enlevé de façon manuelle.

Les dispositions nécessaires doivent être prises afin d'éviter que les matières huileuses ou autres substances provenant du matériel de démolition souillent le béton à conserver. Le matériel défectueux doit être remplacé ou réparé, et le béton souillé doit être nettoyé ou réparé.

L'entrepreneur doit maintenir le chantier en bon ordre et exempt de matériaux de démolition et de rebuts accumulés.

Les matériaux provenant de la démolition deviennent la propriété de l'entrepreneur.

Les eaux, les boues et les débris produits lors de la démolition doivent être gérés selon l'article «Rebuts» de la section «Terrassements».

15.1.2.1 Démolition complète

Une réunion préalable à la démolition complète de ponts ou de tabliers, regroupant les représentants du Ministère et de l'entrepreneur, notamment l'ingénieur qui a signé le plan de démolition et le contremaître responsable des travaux de démolition, doit être tenue sur le site au moins 7 jours avant le début de la démolition. La réunion n'a lieu qu'une fois le plan de démolition jugé complet par le surveillant. L'ordre du jour de la réunion doit prévoir, notamment, la revue du matériel de démolition utilisé, sa position sur l'ouvrage aux différentes étapes des travaux, la revue des exigences contractuelles relatives à la démolition complète, le comportement structural attendu de l'ouvrage en cours de démolition ainsi que les ouvrages provisoires, s'il y a lieu.

Dans le cas de la démolition d'une structure ou d'un tablier en phases, c'est-à-dire qu'une partie de l'ouvrage est démolie tandis qu'une autre partie demeure ouverte à la circulation, l'entrepreneur doit désolidariser des autres parties la partie à démolir avant d'entreprendre les travaux de démolition sur celle-ci. Pour les ouvrages en béton, cette désolidarisation doit s'effectuer au moyen d'une scie à béton, d'un marteau pneumatique manuel d'au plus 30 kg ou d'un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 60 J et qui est monté sur un véhicule porteur d'une masse inférieure à 1000 kg.

L'entrepreneur ne doit procéder à la démolition complète d'un ouvrage existant que lorsque ce dernier n'est plus requis pour la circulation du public.

À l'exception des trottoirs, des chasse-roues, des glissières en béton et des pistes cyclables reposant sur une dalle à conserver, l'entrepreneur doit fournir au surveillant le plan de démolition indiquant notamment les méthodes, l'équipement et les séquences de démolition prévus par l'entrepreneur de façon à ne pas compromettre en tout temps la stabilité globale de l'ouvrage. Le plan doit aussi préciser les moyens utilisés pour récupérer les matériaux de démolition de façon à empêcher leur déversement dans les cours d'eau, sur les voies de circulation et sur les voies ferrées.

15 | Ouvrages d'art

L'ingénieur ayant signé le plan de démolition doit être présent sur le site au moment du premier quart de travail où est effectuée la démolition de l'élément visé par ce plan. Cet ingénieur ou un autre ingénieur mandaté par ce dernier doit être présent sur le site pour le reste de la démolition de l'élément visé par le plan.

La démolition complète d'un pont doit être faite selon une des méthodes suivantes :

- lorsque le pont à démolir nuit à la construction d'un nouvel ouvrage, la démolition doit inclure les semelles et la partie supérieure des pieux;
- lorsque le pont à démolir ne nuit pas à la construction, l'entrepreneur doit démolir complètement le tablier, puis les unités de fondation comme suit :
 - ♦ les culées, les piles, les béquilles et les pieux doivent être démolis jusqu'à 1 m sous le niveau du sol fini (terrain naturel ou lit de rivière). Dans le cas où ces unités de fondation se situent sous des voies de circulation ou des accotements de la route projetée, toute portion de ces éléments située à moins de 2,5 m sous le profil final de la route doit être démolie,
 - ♦ dans le cas d'un pont sur rivière, l'entrepreneur doit redonner à la rivière la section originale selon les profils amont et aval visibles au-delà de l'ouvrage à démolir.

Lorsqu'une scie à béton est employée pour la démolition d'un tablier ou d'une dalle sur poutre, l'entrepreneur doit localiser de façon visible sur le dessus de la dalle la position des poutres et des diaphragmes avant de procéder aux travaux.

La démolition du béton à proximité des poutres et des diaphragmes, et des unités de fondation à conserver doit être effectuée à l'aide de marteaux pneumatiques manuels conformes aux exigences concernant le matériel utilisé pour la démolition partielle.

L'utilisation d'un marteau hydraulique n'est autorisée que si l'entrepreneur fournit au surveillant, au moins 7 jours avant le début de la démolition, la fiche technique du marteau attestant que les caractéristiques techniques de ce dernier sont conformes aux exigences.

L'utilisation de plus d'un marteau hydraulique dans un rayon de 5 m est interdite pour la démolition d'une dalle lorsque les poutres doivent être conservées.

15.1.2.2 Démolition partielle

L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 7 jours avant le début de la démolition, une procédure écrite indiquant les moyens utilisés pour récupérer les matériaux de démolition de façon à empêcher leur déversement dans les cours d'eau, sur les voies de circulation et sur les voies ferrées.

Les parties de revêtement de talus et de remblai qui nuisent à l'exécution des travaux doivent être enlevées et restaurées une fois les travaux achevés.

Les surfaces doivent être fréquemment nettoyées durant la démolition afin de permettre au surveillant de déterminer si la démolition doit se poursuivre plus profondément.

À la suite de réparations antérieures, le béton à démolir peut contenir un treillis métallique.

À moins d'une autorisation écrite préalable par le surveillant, le délai entre la démolition et la mise en place du béton d'une partie d'ouvrage ne doit pas dépasser deux mois.

15.1.2.2.1 Matériel

L'utilisation d'un marteau hydraulique n'est autorisée que si l'entrepreneur fournit au surveillant, au moins 7 jours avant le début de la démolition, la fiche technique du marteau attestant que les caractéristiques techniques de ce dernier sont conformes aux exigences.

Les marteaux doivent être manœuvrés à un angle compris entre 45° et 60° par rapport à la surface démolie.

L'utilisation de plus d'un marteau hydraulique dans un rayon de 5 m est interdite.

Lorsque l'hydrodémolition est utilisée, les surfaces à conserver doivent être nettoyées à l'eau après l'hydrodémolition et avant leur assèchement. L'entrepreneur doit prendre les précautions requises pour ne pas polluer l'environnement et protéger la propriété publique ou privée adjacente au lieu des travaux contre tout dommage pouvant résulter de l'hydrodémolition.

15.1.2.2.2 Considérations structurales

L'entrepreneur doit planifier la démolition des différentes parties d'un ouvrage de façon à ne pas compromettre la stabilité de l'ouvrage. Lorsque la démolition doit être faite en phases afin de ne pas compromettre la stabilité de l'ouvrage, la réparation doit être exécutée et le béton doit avoir atteint une résistance à la compression de 25 MPa avant que l'on procède à la phase de démolition suivante. La démolition partielle d'une colonne d'une unité de fondation ne doit pas être effectuée simultanément sur les colonnes adjacentes.

15 | Ouvrages d'art

Au début de la démolition du béton d'éléments précontraints, l'entrepreneur doit s'assurer de l'emplacement exact des câbles, et toutes les précautions doivent être prises pour ne pas les endommager lors des travaux de démolition.

15.1.2.2.3 Délimitation des surfaces

Les parties de l'ouvrage à démolir sont indiquées aux plans et devis et sont délimitées sur les lieux par le surveillant.

L'entrepreneur doit fournir l'accès aux parties d'ouvrage à démolir afin de permettre au surveillant de déterminer le type de réparation à effectuer et de délimiter les zones à réparer.

Les surfaces de la dalle à réparer ne sont déterminées qu'après l'enlèvement de l'enrobé par décapage de la dalle et la réalisation du nettoyage de base nécessaire pour la pose de la membrane d'étanchéité. La réparation de la dalle ne doit commencer qu'après la délimitation complète des surfaces à réparer.

Un béton sain est défini comme un béton non délaminé dont les constituants restent encore reliés entre eux sous l'impact d'un marteau de maçon ou de géologue.

Le surveillant peut en tout temps limiter la démolition de béton non sain ou désigner des surfaces additionnelles sur le pourtour des zones à réparer à la suite des travaux de démolition. Du béton sain doit souvent être démoli afin d'atteindre les dimensions minimales de démolition stipulées aux plans et devis.

15.1.2.2.4 Dalle sur poutres

La démolition du béton des surfaces à réparer d'une dalle sur poutres doit être effectuée selon les modalités suivantes :

- pour une réparation en surface, les surfaces doivent être démolies jusqu'à une profondeur minimale de 25 mm derrière la première nappe d'armature (barres longitudinales et transversales); tout le béton non sain rencontré au-delà de cette profondeur doit être enlevé;
- pour une réparation en profondeur, le béton doit être démoli sur toute l'épaisseur de la dalle lorsque la profondeur de démolition nécessaire à l'obtention du béton sain ou au dégagement de l'armature fait en sorte que l'épaisseur de dalle restante est inférieure à 80 mm, ou lorsque le béton du dessus de la dalle est sain et que le béton du dessous de la dalle est non sain.

15.1.2.2.5 Dalle épaisse, trottoir, piste cyclable, assise et dessus de semelle

La démolition des surfaces à réparer du béton d'une dalle épaisse, d'un trottoir ou d'une piste cyclable en surépaisseur au-dessus d'une dalle, d'une assise ou du dessus d'une semelle d'un ouvrage doit être effectuée selon les modalités suivantes :

- pour une réparation en surface, les surfaces doivent être démolies jusqu'à la plus petite des deux valeurs suivantes : 25 mm derrière la première nappe d'armature (barres longitudinales et transversales) ou 60 mm; tout le béton non sain situé au-delà de ces profondeurs doit être enlevé. Toute l'armature rendue apparente doit être dégagée de 25 mm;
- il y a réparation en profondeur lorsque la profondeur de démolition nécessaire à l'obtention du béton sain ou au dégagement de l'armature dépasse 120 mm.

Lorsque les critères précédents font en sorte que l'armature existante n'est pas dégagée, les surfaces à réparer du béton doivent avoir un profil de surface minimal, après démolition, correspondant à la configuration CSP 7 mentionnée au document Technical Guideline No. 0310.2R, « Selecting and Specifying Concrete Surface Preparation for Sealers, Coatings, Polymer Overlays, and Concrete Repair », publié par l'International Concrete Repair Institute (ICRI). L'évaluation du profil se fait à partir des plaquettes étalons disponibles auprès de l'ICRI.

15.1.2.2.6 Autres éléments

Les surfaces de béton à réparer avec coffrages et surépaisseur ainsi que les surfaces de béton existantes sur lesquelles du nouveau béton doit être mis en place doivent être démolies jusqu'à une profondeur minimale de 10 mm. Le béton situé au-delà de cette profondeur et qui se désagrège sous l'action d'un jet d'eau sous pression de 15 MPa doit être enlevé. Tout le béton délaminé doit être enlevé.

Les surfaces de béton à réparer avec coffrages sans surépaisseur doivent être démolies jusqu'à une profondeur minimale de 100 mm; tout le béton non sain situé au-delà de cette profondeur doit être enlevé. Toute l'armature rendue apparente doit être dégagée de 25 mm.

Les surfaces de béton à réparer avec du béton projeté doivent être démolies jusqu'à une profondeur minimale de 60 mm; tout le béton non sain situé au-delà de cette profondeur doit être enlevé. Toute l'armature rendue apparente doit être dégagée de 25 mm.

15 | Ouvrages d'art

Pour les surfaces de béton à réparer avec coffrages et surépaisseur ou avec du béton projeté sans armature existante, les surfaces à réparer du béton doivent avoir un profil de surface minimal, après démolition, correspondant à la configuration CSP 7 mentionnée au document Technical Guideline No. 0310.2R, «Selecting and Specifying Concrete Surface Preparation for Sealers, Coatings, Polymer Overlays, and Concrete Repair», publié par l'International Concrete Repair Institute (ICRI). L'évaluation du profil se fait à partir des plaquettes étalons disponibles auprès de l'ICRI.

15.1.3 MODE DE PAIEMENT

La démolition complète d'un ouvrage ou d'une partie d'un ouvrage est payée à prix global ou au mètre cube. Le prix couvre notamment les excavations, le remplissage des excavations, la fourniture du matériel, la mise en œuvre ainsi que la mise au rebut des matériaux de démolition, et il inclut toute dépense incidente. Dans le cas de la réfection des côtés extérieurs d'un pont, le prix inclut aussi l'enlèvement des drains et des dispositifs de retenue en acier.

À moins que la démolition partielle d'une partie d'ouvrage fasse l'objet d'un article au bordereau, tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage, y compris notamment le coût des excavations, du remplissage des excavations, de la fourniture du matériel, de la mise en œuvre ainsi que de la mise au rebut des matériaux de démolition sont inclus dans les prix unitaires ou globaux des ouvrages pour lesquels la démolition est exigée.

Si la démolition partielle d'une partie d'ouvrage fait l'objet d'un article particulier au bordereau, la démolition partielle est payée au mètre carré de surface du fond de la démolition ou au mètre cube. Le prix couvre notamment les excavations, le remplissage des excavations, la fourniture du matériel, la mise en œuvre ainsi que la mise au rebut des matériaux de démolition, et il inclut toute dépense incidente.

15.2 FONDATIONS

15.2.1 DOCUMENTS REQUIS

L'entrepreneur doit fournir au surveillant le plan du batardeau et le plan du soutènement temporaire à construire.

15.2.2 EXIGENCES DE CONCEPTION

En plus de tenir compte de la hauteur des hautes eaux, le batardeau doit être conçu en fonction de la stabilité des sols. Les dimensions horizontales d'un batardeau en palplanches doivent excéder d'au moins 600 mm le pourtour de la base de l'ouvrage (semelle ou radier, mais non le coussin).

Les sols utilisés pour la construction d'un batardeau en terre ne doivent pas contenir plus de 10 % de matières fines passant le tamis de 80 µm, à moins qu'ils soient confinés au moyen d'un géotextile.

Les planches utilisées pour la construction des batardeaux en bois doivent être bouvetées et avoir une épaisseur d'au moins 75 mm.

Dans le cas d'un ouvrage d'art qui n'est pas construit sur pieux, la conception des batardeaux et des soutènements temporaires doit tenir compte de la préservation de l'intégrité des sols sous cette fondation.

15.2.3 MATÉRIAUX

15.2.3.1 Matériaux granulaires et pierres

Les matériaux granulaires de type MG doivent être conformes à la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», et ce, après la mise en œuvre des matériaux.

Les matériaux granulaires de type CG doivent être conformes à la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie III : Coussin granulaire, enrobage, couche anticontaminante et couche filtrante», et ce, après la mise en œuvre des matériaux.

Les pierres des revêtements de protection en pierres et des revêtements en pierres cimentées doivent être conformes à la norme 14501 du Ministère. Dans le cas des revêtements en pierres cimentées, les pierres doivent être de calibre 200-300 et être exemptes de matières étrangères; le mortier doit être conforme à la norme CAN/CSA A179 «Mortier et coulis pour la maçonnerie d'éléments» et être de type N.

15.2.3.2 Géotextiles

Les géotextiles doivent être de grade P2 et être conformes à la norme BNQ 7009-210 «Géotextiles utilisés en génie routier – Classification, caractéristiques et méthodes d'essai».

15 | Ouvrages d'art

15.2.3.3 Pavés

Les pavés des revêtements de protection en pavés doivent être conformes à la norme 3402 du Ministère.

15.2.3.4 Béton

Le béton d'une base d'étanchement, d'un coussin de support et d'un revêtement de protection doit être de type V. Le type XV peut aussi être utilisé pour une base d'étanchement.

15.2.3.5 Drains perforés

Les conduites utilisées pour les drains perforés doivent correspondre aux exigences pour les tuyaux en thermoplastique de la section «Fondations de chaussée».

15.2.4 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

15.2.4.1 Matériaux granulaires

15.2.4.1.1 Attestation de conformité

Pour chaque source de matériaux granulaires et au moins 7 jours avant la première livraison, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité répondant aux exigences de l'attestation de conformité des matériaux de sous-fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée».

15.2.4.1.2 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, ce contrôle consiste en la prise d'échantillons pour la réalisation des analyses granulométriques et les essais de contrôle des caractéristiques intrinsèques et complémentaires.

15.2.4.2 Pierres

Pour chaque source de pierres, l'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 7 jours avant la première livraison, une attestation de conformité contenant l'information suivante :

- le calibre minimal et maximal des pierres;
- les résultats complets de l'analyse qualitative des pierres et des essais de contrôle des caractéristiques indiquées à la norme 14501 du Ministère;
- le nom du laboratoire enregistré chargé de réaliser l'analyse qualitative des pierres et les essais de contrôle;
- la localisation de la réserve et de la zone à exploiter.

15.2.4.3 Géotextiles

Les géotextiles doivent répondre aux exigences d'assurance de la qualité des géotextiles de la section «Fondations de chaussée».

15.2.4.4 Pavés

Le Ministère effectue un contrôle de réception selon la norme 3402 du Ministère, sauf que le nombre de pavés requis est égal à 8 au lieu de 24.

15.2.4.5 Drains perforés

Les conduites utilisées pour les drains perforés doivent répondre aux exigences d'assurance qualité des tuyaux en polyéthylène (PE) de la section des ponceaux préfabriqués de la sous-section «Ponceaux préfabriqués».

15.2.5 MISE EN ŒUVRE

15.2.5.1 Batardeau

Après la construction de l'ouvrage, et après son inspection au chantier par un ingénieur, l'entrepreneur doit remettre au surveillant un avis écrit signé par cet ingénieur indiquant que le batardeau construit est conforme au plan soumis. Cet avis doit aussi mentionner la date et l'heure de l'inspection.

L'entrepreneur doit assécher le batardeau.

Si une base d'étanchement doit être construite, l'entrepreneur doit laisser s'écouler le temps nécessaire au dépôt des matériaux en suspension et exécuter une inspection du fond de l'excavation à l'aide d'une caméra vidéo avant de procéder au bétonnage sous l'eau. La caméra doit être fixée au casque d'un plongeur et orientée selon les directives du surveillant, à partir d'un moniteur, si l'entrepreneur ne peut pas réduire la turbidité de l'eau à la satisfaction du surveillant. Le béton doit avoir une résistance à la compression d'au moins 10 MPa avant que l'eau soit pompée au site d'une base d'étanchement.

Lorsque le batardeau n'est plus nécessaire, l'entrepreneur doit l'enlever; l'enlèvement s'effectue de l'aval vers l'amont. Immédiatement avant de procéder à l'enlèvement par temps froid d'un batardeau en terre, l'entrepreneur doit fragmenter les matériaux gelés de la partie supérieure du batardeau.

15.2.5.2 Soutènement temporaire

Après la construction de l'ouvrage, et après son inspection au chantier par un ingénieur, l'entrepreneur doit remettre au surveillant un avis écrit signé par cet ingénieur indiquant que le soutènement temporaire est construit conformément au plan soumis. Cet avis doit aussi mentionner la date et l'heure de l'inspection.

15 | Ouvrages d'art

Si le soutènement temporaire est réalisé en palplanches métalliques et est construit exactement à l'emplacement et aux dimensions de l'ouvrage à exécuter, l'entrepreneur peut l'utiliser comme coffrage, après acceptation du surveillant.

Suivant l'approbation du surveillant, les éléments métalliques (pieux et palplanches) peuvent être laissés en place s'ils sont arasés jusqu'à la profondeur de la transition en fonction de l'indice de gel (P), mesurée sous le profil final du revêtement et sous la ligne d'infrastructure routière ou de la base du revêtement de protection. Les éléments laissés en place doivent permettre la réalisation adéquate des transitions.

Autrement, lorsque le soutènement temporaire n'est plus nécessaire, l'entrepreneur doit enlever les matériaux. L'intégrité du nouvel ouvrage doit être préservée dans tous les cas.

15.2.5.3 Excavations

Les excavations doivent être réalisées selon les exigences relatives aux déblais de la section « Terrassements ». Par contre, les matériaux provenant des excavations ne peuvent pas être réutilisés à l'intérieur du volume théorique défini pour le remplissage des excavations et remblai de la présente section.

L'entrepreneur doit donner un avis écrit d'au moins 24 heures au surveillant pour préciser la date et l'heure du début de l'excavation des 500 derniers millimètres lorsque l'ouvrage n'est pas construit sur pieux ou sur le roc.

15.2.5.3.1 Dimensions des excavations

Lorsque l'entrepreneur, de son propre chef, excave en contrebas de la profondeur déterminée, il doit supporter le coût des travaux nécessaires à la correction de la défectuosité et recevoir, après correction, l'avis écrit du surveillant avant de continuer ses travaux. Les dimensions théoriques d'une excavation (longueur, largeur et pentes des parois) sont les suivantes :

- dans le roc solide, les parois de l'excavation sont verticales et les dimensions du fond de l'excavation sont celles de la base de l'ouvrage (semelle, radier), y inclus le coussin de support, s'il y a lieu. Dans le cas où le roc n'est pas découpé aux dimensions stipulées, le supplément de travaux exécutés est aux frais de l'entrepreneur;
- dans un sol autre que le roc solide, le pourtour du fond de l'excavation doit excéder d'au moins 600 mm celui de la base de l'ouvrage (la semelle, le radier, mais non le coussin);

- lorsqu'un batardeau en palplanches est requis aux plans et devis, les dimensions horizontales de l'excavation sont limitées par celles du batardeau. Cependant, lorsque l'excavation doit être continuée dans le roc, en contrebas du batardeau, les exigences relatives aux excavations dans le roc solide s'appliquent;
- lorsque l'excavation est faite pour la pose d'un tuyau sous une route, la largeur du fond des excavations excède de 600 mm de chaque côté du diamètre extérieur du tuyau.

15.2.5.3.2 Fond des excavations

Le fond des excavations doit être parallèle à la base de l'ouvrage, généralement horizontale ou disposée en gradins, de capacité portante uniforme et conforme aux exigences des plans et devis. Les sols instables doivent être stabilisés ou remplacés.

Le roc doit présenter une surface rugueuse et nette, exempte de débris de roc, cailloux, gravier ou terre. Le roc doit être nettoyé de toute partie lâche.

Dans le cas d'un ouvrage qui n'est pas construit sur pieux ou sur le roc, l'excavation des 500 derniers millimètres de sol au-dessus de l'élévation prévue du fond des excavations doit être effectuée au moyen d'un godet sans dents et juste avant la mise en place des coffrages de la semelle ou de l'élément préfabriqué. Les sols du fond des excavations ne doivent pas être remaniés ni gelés.

Lorsque les travaux relatifs au fond des excavations sont terminés, l'entrepreneur doit en informer le surveillant en lui transmettant un avis écrit au moins 24 heures avant la poursuite des travaux. Le surveillant remet à l'entrepreneur un avis écrit l'autorisant à poursuivre les travaux lorsque les défectuosités décelées par le surveillant ont été corrigées.

15.2.5.3.3 Assèchement des excavations

Les excavations doivent être asséchées et maintenues à sec pendant le temps nécessaire à l'exécution des travaux.

15.2.5.4 Coussin

15.2.5.4.1 Coussin de support

L'entrepreneur doit donner un avis écrit d'au moins 24 heures au surveillant pour préciser la date et l'heure du début des travaux de mise en place du coussin de support.

Un coussin de support en matériaux granulaires d'une épaisseur minimale de 150 mm est mis en place sur un fond détrempé ou sur un sol de fondation autre qu'en matériau granulaire. Un coussin de support en béton est mis en place pour égaliser un fond de roc.

15 | Ouvrages d'art

Le coussin de support en matériaux granulaires doit être constitué d'un matériau de type MG 20. Ce coussin est mis en place par couches de 150 mm d'épaisseur et est densifié à un minimum de 95 % de la masse volumique sèche maximale déterminée selon la norme CAN/BNQ 2501-255 «Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée (2700 kN • m/m³)».

Le Ministère vérifie la compacité de chaque couche de matériaux à l'aide du nucléodensimètre selon la méthode décrite pour le contrôle de réception du compactage des matériaux de la section «Terrassements».

Le sol de fondation ne doit pas être recouvert d'eau et le coussin de support doit être maintenu à sec durant toute la mise en œuvre de la semelle.

15.2.5.4.2 Coussin de propreté

Un coussin de propreté en matériaux granulaires d'une épaisseur minimale de 150 mm est mis en place sur un fond détrempe d'un sol non porteur tel que celui devant recevoir des pieux.

Le coussin de propreté doit être constitué d'un matériau granulaire de type CG 14, MG 56 ou en pierre nette de 20 mm.

15.2.5.5 Remplissage des excavations et remblai

L'entrepreneur doit donner un avis écrit d'au moins 24 heures au surveillant pour préciser la date et l'heure du début des travaux de remplissage des excavations et de mise en place du remblai.

Les volumes de matériaux situés au-dessus de la ligne de terrain naturel existant avant l'excavation en vue de la construction de l'ouvrage sont considérés comme des matériaux de remblai, tandis que ceux qui sont situés sous la ligne de terrain naturel sont considérés comme du remplissage d'excavation.

Le remplissage des excavations et la mise en place du remblai doivent progresser simultanément sur les deux faces d'un ouvrage de type ponceau, portique ou arche à tablier supérieur, d'une pile ou d'un autre ouvrage similaire.

Le remplissage des excavations et la mise en place d'un remblai autour des culées, des béquilles, des murs de soutènement, y compris ceux adjacents à la culée, ainsi que des piles d'un ouvrage qui n'est pas construit au-dessus d'un plan d'eau doivent être faits avec un matériau granulaire de type MG 112 pour les matériaux non concassés provenant d'une sablière, ou de type CG 14, CG 20 ou MG 20.

Ce matériau granulaire est placé à l'intérieur d'un volume défini par l'ensemble des dimensions suivantes :

- les dimensions théoriques du fond des excavations sur une hauteur verticale atteignant le niveau du dessus de la semelle;
- à partir du niveau du dessus de la semelle, ou de la base de l'ouvrage pour un ouvrage n'ayant pas de semelle, le volume s'élargit suivant des pentes de 1,5V:1H en s'éloignant de l'ouvrage perpendiculairement aux faces verticales de la semelle;
- dans le cas des culées, des béquilles et des murs de soutènement supportant une route, y compris ceux adjacents à la culée, les pentes de 1,5V:1H sont prolongées en hauteur jusqu'au niveau de la profondeur de la transition en fonction de l'indice de gel (P) et indiquée aux plans et devis. À partir de ce point, la pente de transition longitudinale est fonction du type de sol naturel ou de remblai de sol utilisé en tant que remplissage des excavations ou remblai de sol pour la chaussée, alors que la pente de transition transversale est de 1V:3H. Dans les deux cas, les pentes de transition se poursuivent jusqu'au niveau de la ligne d'infrastructure;
- dans le cas des autres murs de soutènement, les pentes de 1,5V:1H sont prolongées jusqu'au sommet de l'ouvrage;
- dans le cas des piles, ces pentes sont prolongées jusqu'au niveau indiqué aux plans et devis.

Le remplissage des excavations situées en dehors du volume théorique défini précédemment doit être fait en suivant les exigences relatives aux remblais de la section «Terrassements».

L'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires pour s'assurer que l'eau de ruissellement provenant du tablier ou de la route ne cause pas d'érosion ou n'endommage pas la partie du remblai d'approche mis en place.

Autour des piles d'un ouvrage qui est construit au-dessus d'un plan d'eau, le remplissage des excavations et la mise en place du remblai doivent être faits de la façon indiquée pour les culées, mais avec des pierres de calibre 100-200 avec D₅₀ égal à 150 mm, à partir du fond réel de l'excavation jusqu'au niveau du lit de la rivière ou jusqu'à 600 mm au-dessus de la semelle, soit le plus haut niveau des deux.



15 | Ouvrages d'art

Autour des ponceaux, le remplissage des excavations et la mise en place du remblai doivent être réalisés selon les indications des plans et devis.

Les matériaux granulaires doivent être mis en place par couches d'une épaisseur maximale de 300 mm. Le compactage des matériaux, y compris le degré de compacité, doit être réalisé selon les exigences relatives au compactage des matériaux de la section « Terrassements ». Le Ministère vérifie la compacité de chaque couche de matériaux à l'aide du nucléodensimètre selon la méthode décrite dans cette même section.

Dans la zone adjacente à la paroi de l'ouvrage, sur 1500 mm de largeur, le compactage doit être fait avec des compacteurs dynamiques, des plaques vibrantes ou des rouleaux vibrants dont la masse par mètre de rouleau est inférieure à 800 kg. La force totale appliquée ne doit pas dépasser 50 kN. Dans le cas des ponceaux, ce matériel doit être utilisé jusqu'à ce que l'épaisseur de matériau granulaire au-dessus du ponceau atteigne au moins 1000 mm; il faut, de plus, qu'une épaisseur de 300 mm de matériau granulaire soit présente en tout temps entre le matériel de compactage et le dessus de l'ouvrage.

15.2.5.6 Revêtements de protection

Avant de procéder à la mise en place du revêtement, l'entrepreneur doit nettoyer et enlever les matières végétales, puis régaler les surfaces à recouvrir suivant les profils indiqués sur les plans et devis.

Les surfaces doivent être densifiées et le compactage doit assurer au sol une portance uniforme. Dans le cas d'un revêtement d'un ouvrage neuf, les surfaces à recouvrir doivent être densifiées à un minimum de 90 % de la masse volumique sèche maximale déterminée selon la norme CAN/BNQ 2501-255 « Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée (2700 kN • m/m³) ».

Le Ministère vérifie la compacité de chaque couche de matériaux à l'aide du nucléodensimètre selon la méthode décrite pour le contrôle de réception du compactage des matériaux de la section « Terrassements ».

15.2.5.6.1 Revêtement en pierres

L'entrepreneur doit donner un avis écrit d'au moins 24 heures au surveillant pour préciser la date et l'heure du début des travaux de mise en place du géotextile.

Le revêtement en pierres doit être conforme aux exigences du tableau suivant :

Revêtement en pierres			
Type	Calibre (mm)	D ₅₀ (mm)	Épaisseur (mm)
1	0-200	100	300
2	100-200	150	300
3	200-300	250	500
4	300-400	350	700
5	300-500	400	800

Les pierres doivent être placées avec soin, enchâssées et serrées solidement les unes contre les autres en toutes directions selon la pente stipulée, sans aspérités dépassant la moitié du calibre moyen des pierres.

15.2.5.6.2 Revêtement en pierres cimentées

Les pierres doivent être déposées dans une couche suffisante de mortier pour que toutes leurs surfaces soient en contact avec celui-ci, sauf la face extérieure du revêtement. Les joints entre les pierres doivent être discontinus. Les pierres doivent être disposées de façon à former une surface unie et parallèle à la pente théorique du talus.

15.2.5.6.3 Revêtement en pavés

Les pavés doivent être placés de façon à ce que leurs joints horizontaux et verticaux soient disposés selon les plans et devis. La disposition des pavés autobloquants doit être celle qui offre la meilleure stabilité.

15.2.5.6.4 Revêtement en béton

Le treillis métallique doit être placé à la mi-épaisseur du revêtement et doit être fixé à ses extrémités pour prévenir tout déplacement au moment de la mise en place du béton. L'entrepreneur doit utiliser des cales d'espacement en plastique espacées à une distance maximale de 1200 mm de centre à centre, afin de maintenir les treillis à la distance requise du sol. Chacune des sections de treillis doit chevaucher la précédente de 300 mm.

La surface du revêtement doit être régagée au profil prévu et finie à la truelle fabriquée d'un alliage d'aluminium ou de magnésium, en prenant soin de ne pas faire monter la pâte de ciment à la surface. La surface finie doit être uniforme et exempte d'ondulations.

15 | Ouvrages d'art

15.2.6 MODE DE PAIEMENT

15.2.6.1 Batardeau

Les batardeaux sont payés à l'unité, à raison d'un batardeau par unité de fondation. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la mise en œuvre, l'inspection à l'aide d'une caméra vidéo ainsi que l'enlèvement du batardeau, et il inclut toute dépense incidente.

Si les batardeaux ne font pas l'objet d'un article particulier au bordereau, l'entrepreneur doit en répartir les coûts dans les prix unitaires ou globaux des ouvrages qui nécessitent un batardeau.

15.2.6.2 Soutènement temporaire

Les soutènements temporaires sont payés à l'unité ou à prix global. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la mise en œuvre ainsi que l'enlèvement du soutènement temporaire, et il inclut toute dépense incidente.

Si les soutènements temporaires ne font pas l'objet d'un article particulier au bordereau, l'entrepreneur doit en répartir les coûts dans les prix unitaires ou globaux des ouvrages qui nécessitent un soutènement temporaire.

15.2.6.3 Excavations et remblais

Les excavations, à l'exception de celles relatives aux murs de soutènement homologués et aux ponceaux préfabriqués, sont payées selon le mode prévu dans la section « Terrassements » pour les déblais de première classe et, à moins d'indication contraire au bordereau, selon un mode global pour les déblais de deuxième classe, excepté que les matériaux d'excavation ne peuvent pas être réutilisés à l'intérieur du volume théorique défini pour le remplissage des excavations et les remblais pour les travaux concernés par la présente section.

Aucune excavation n'est payée à l'extérieur du volume théorique établi à l'article « Remplissage des excavations et remblai ». Les excavations et le remplissage des excavations à l'extérieur de ce volume doivent être inclus dans le prix des ouvrages nécessitant ces travaux.

Les prix couvrent la préparation et l'assèchement du fond des excavations, le chargement, le transport, la mise au rebut et le remplissage des excavations jusqu'au niveau du sol environnant avant excavation. Ces prix incluent la mise en œuvre ainsi que toute dépense incidente.

La mise en place du remblai à l'intérieur du volume théorique établi à l'article « Remplissage des excavations et remblai » doit être inclus dans le prix

des excavations. Les remblais situés à l'extérieur de ce volume doivent être inclus dans le prix des ouvrages nécessitant ces travaux.

15.2.6.4 Coussin

Le coussin en matériau granulaire et le coussin en béton sont payés au mètre cube d'après les dimensions théoriques des excavations. Le prix couvre la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Si le coussin ne fait pas l'objet d'un article au bordereau, tous les frais engagés par l'entrepreneur pour sa réalisation sont inclus dans le prix des ouvrages pour lesquels un coussin est nécessaire.

15.2.6.5 Revêtements de protection

Les revêtements de protection sont payés au mètre carré. Le prix couvre notamment les excavations, la préparation de la surface à recouvrir, y compris l'assise à la base du revêtement lorsque cela est requis, la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente. Dans le cas de la démolition d'un revêtement existant, le prix couvre aussi cette démolition et la correction des remblais nécessaires à la mise en œuvre du nouveau revêtement.

15.2.6.6 Drain perforé et géotextile

Le drain perforé et le géotextile à la base des culées sont payés au mètre de tuyau posé. Le mesurage se fait de façon continue selon leur axe central et jusqu'au centre des regards, puisards et autres tuyaux auxquels ils sont raccordés, ou jusqu'aux extrémités des drains s'ils ne sont pas raccordés. Dans le cas d'un raccordement au système de drainage existant, 1,5 m est ajouté à la longueur du tuyau.

Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, les raccordements, les accouplements, la mise en place du géotextile, les bouchons et les grilles aux extrémités, s'il y a lieu, ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

15.3 PIEUX

15.3.1 DOCUMENTS REQUIS

L'entrepreneur doit fournir au surveillant les plans d'atelier montrant les caractéristiques des pieux et les détails des pointes, des sabots de forage et des soudures. Il doit également fournir une note de calcul du critère de refus utilisé pour évaluer la résistance géotechnique des pieux lors du battage et démontrer que la résistance structurale des pieux est suffisante compte tenu, entre autres, des



15 | Ouvrages d'art

charges axiales ultimes de conception indiquées aux plans. La note de calcul doit tenir compte des caractéristiques des pieux, du matériel de battage et des pertes d'énergie. La note de calcul doit être signée par un ingénieur et doit être remise dans les mêmes délais que ceux prévus pour les plans d'atelier.

Dans le cas des pieux caissons, l'épaisseur de la paroi d'acier doit être indiquée aux plans d'atelier. Lorsque des dents sont soudées à la base des pieux caissons pour faciliter le fonçage dans le roc ou lorsque des plaques de renforcement soudées à la surface externe de leur base sont nécessaires, les caractéristiques de ces éléments doivent être incluses dans les plans d'atelier.

Dans le cas des pieux forés, l'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 14 jours avant le début des travaux d'enfoncement des pieux, un programme de travail sur le forage des pieux. Le programme doit détailler la méthode de forage et de nettoyage, les équipements utilisés et la séquence prévue des opérations.

L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 14 jours avant le début des travaux d'enfoncement des pieux caissons, un programme de travail sur le fonçage et le forage des tubes dans les sols, l'encastrement dans le roc et la réalisation des emboîtures. Ce programme de travail doit spécifier les méthodes de fonçage et de forage ainsi que les équipements relatifs à ces étapes de construction, y compris les niveaux projetés des têtes et des pieds des tubes et ceux des fonds d'emboîture. De plus, il doit spécifier les méthodes de nettoyage et d'inspection des emboîtures.

15.3.2 EXIGENCES DE CONCEPTION ET DE FABRICATION

Les pieux doivent être constitués de profilés ou de tubes d'acier, remplis ou non de béton. À moins d'une indication contraire dans la présente section, la conception des pieux doit être conforme à la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers».

L'épaisseur de la paroi d'acier, lorsqu'elle est indiquée au plan de conception, est un minimum requis. L'entrepreneur est responsable de déterminer l'épaisseur de paroi requise pour assurer l'intégrité du tube lors de sa mise en œuvre en fonction notamment de l'équipement utilisé, de la méthode de fonçage, du niveau d'énergie appliqué lors de l'enfoncement et des essais de contrôle de la résistance géotechnique, et de la nature des sols traversés.

Pour tenir compte de la corrosion des pieux en acier, la section utile est obtenue en réduisant l'épaisseur de la paroi de 3 mm sur les périmètres intérieur et extérieur des pieux tubulaires, de 3 mm sur le périmètre extérieur des pieux tubulaires remplis de béton, et de 3 mm sur le périmètre des autres types de pieux.

L'épaisseur de l'acier des pieux doit être d'au moins 7,9 mm.

Le diamètre intérieur des pieux tubulaires remplis de béton doit être au minimum de 300 mm.

La section d'un pieu en acier doit être la même sur toute sa longueur.

Les soudures de fabrication des pieux tubulaires en acier doivent être à pénétration complète. Chaque section de pieu tubulaire ne doit pas excéder un défaut de rectitude équivalent à sa longueur divisée par 500.

Les joints bout à bout dans les pieux en acier doivent être réalisés avec des soudures à pénétration complète. Dans le cas des pieux caissons, les joints bout à bout doivent être réalisés avec des soudures ayant une pénétration d'au moins 80 %.

15.3.3 MATÉRIAUX

Le béton des pieux tubulaires remplis de béton doit être de type XI. Le béton des pieux caissons doit être de type XIV-C lorsque tout le tube et l'emboîture peuvent être asséchés et que la mise en place du béton se déroule entièrement à sec. Lorsque le bétonnage est réalisé en tout ou en partie sous l'eau, le béton des pieux caissons doit être de type XV.

15.3.4 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

L'assurance qualité relative aux matériaux doit être réalisée conformément aux exigences des sous-sections «Ouvrages en béton» et «Ouvrages en acier et en aluminium».

Dans le cas des pointes Oslo, la procédure de trempage des pointes doit être signée par un ingénieur et remise au Ministère au moins 14 jours avant leur fabrication.

La résistance géotechnique doit être validée conformément aux exigences de la présente sous-section «Pieux».

15.3.5 MISE EN ŒUVRE

15.3.5.1 Enfoncement

L'entrepreneur doit aviser le surveillant par écrit, au moins 24 heures à l'avance, en précisant la date et l'heure de l'enfoncement des premiers pieux.



15 | Ouvrages d'art

Avant de procéder à l'enfoncement, l'entrepreneur doit marquer l'emplacement de chacun des pieux d'un groupe.

Avant leur enfoncement, les pieux doivent être marqués par un trait de couleur à chaque mètre, mesuré à partir de leur pointe.

Les pieux de moins de 10 m de longueur ne doivent pas comporter de joints. Dans le cas de pieux plus longs, les sections enfoncées doivent avoir une longueur d'au moins 10 m sans joints, à l'exception de la dernière section, qui peut être plus courte; le joint doit être perpendiculaire à l'axe du pieu.

Pour éviter de briser la tête des pieux lors de l'enfoncement, l'entrepreneur doit les protéger à l'aide d'un coussin et d'un chapeau d'un type approprié.

L'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires pour éviter le déplacement des pieux déjà en place pendant l'enfoncement des pieux adjacents.

Lorsqu'un vibrofonceur est utilisé pour enfoncer les pieux, le refus est vérifié pour chaque pieu au moyen d'un marteau conventionnel.

Les pieux doivent être installés et maintenus en place en tenant compte des tolérances suivantes :

- la déviation de l'axe d'un pieu par rapport à sa position théorique doit être inférieure à 2 % de sa longueur;
- l'écart entre la position finale de la tête d'un pieu et sa position théorique ne doit pas être supérieur à 100 mm.

En aucun temps, pendant l'enfoncement ou la vérification du critère de refus, la contrainte transmise aux pieux ne doit dépasser 85 % de la limite élastique de l'acier des pieux.

15.3.5.1.1 Pieux en acier

L'énergie de battage doit être inférieure ou égale à 6 J par mm² de section du pieu.

Le perçage d'un pieu est interdit à moins que le trou soit taillé au-dessus du niveau d'arasement. La surface arasée doit être préparée en vue de la soudure pleine pénétration de la section suivante, le cas échéant.

15.3.5.1.2 Pieux caissons

Les travaux d'enfoncement et d'encastrement du tube, la réalisation de l'emboîture et l'inspection de ces éléments doivent être effectués par une entreprise spécialisée dans l'enfoncement

des pieux caissons. L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 7 jours avant le début de l'enfoncement, le nom d'un ingénieur en géotechnique qui sera affecté aux travaux. L'ingénieur doit avoir une expérience récente dans la mise en œuvre de pieux caissons.

Cet ingénieur doit être présent à la première réunion de chantier portant sur les fondations sur pieux caissons et, au besoin, aux réunions suivantes. Il doit de plus, pour chaque pieu, être présent sur le site aux phases principales suivantes :

- lors de l'encastrement du tube d'acier dans le roc. L'enfoncement est considéré comme terminé lorsque le tube d'acier est scellé, c'est-à-dire suffisamment encastré dans le roc sur tout son pourtour de façon à éviter les infiltrations de sol et les éboulements de fragments de roc dans l'amorce de l'emboîture;
- au début de la réalisation de l'emboîture;
- lors de l'inspection du scellement et de l'emboîture.

Les instruments de contrôle nécessaires pour vérifier la verticalité et la position du tube doivent être placés à une distance suffisante du lieu de travail pour éviter qu'ils soient déplacés par la vibration ou les chocs au moment de l'enfoncement. La méthode de contrôle prévue, définissant, entre autres, les points de référence et la fréquence des vérifications, doit être transmise par écrit au surveillant au moins 7 jours avant le début de l'enfoncement.

Le tube doit précéder l'excavation, réalisée à l'aide d'une excavatrice à clapet ou d'un trépan, ou le forage de façon à éviter l'éboulement du matériau et à empêcher la formation de vides autour du tube. Le tube doit demeurer en place sur toute sa longueur une fois installé.

L'emboîture doit être réalisée dans le roc et selon les dimensions montrées dans les plans. Le nettoyage de l'emboîture doit être réalisé une fois que l'emboîture est terminée. Ce nettoyage doit être réalisé de façon à avoir une surface rugueuse et nette, exempte de débris de roc, cailloux, gravier ou terre; le roc doit être nettoyé de toute partie lâche. Ce nettoyage doit se prolonger jusqu'à ce que l'eau à l'intérieur du tube soit claire jusqu'au fond de l'emboîture. Lorsqu'il y a écoulement de l'eau vers l'intérieur du pieu causé par une pression artérielle, une section de tube suffisamment longue doit être ajoutée temporairement pour augmenter le niveau d'eau dans le tube au-dessus du niveau statique afin de permettre le nettoyage.



15 | Ouvrages d'art

a) Inspection des pieux caissons

L'entrepreneur doit, à la suite du nettoyage, faire une inspection jusqu'au fond de l'emboîture à l'aide d'une caméra vidéo pour vérifier la qualité du nettoyage et de l'encastrement du tube dans le roc.

L'entrepreneur doit fournir au surveillant, avant l'arasement du pieu, un rapport d'enfoncement et d'inspection signé par un ingénieur en géotechnique, rapport comprenant la description des travaux et indiquant notamment que les travaux ont été réalisés selon les exigences. Ce rapport doit inclure les enregistrements vidéo en format numérique de l'inspection. Le rapport doit être produit suivant les règles suivantes :

- chaque pieu doit être numéroté de façon séquentielle;
- les profondeurs indiquées dans le rapport doivent correspondre à celles utilisées pour le rapport géotechnique;
- chaque enregistrement des inspections doit débuter avec l'identification du pieu concerné et l'élévation géodésique correspondante au début de l'inspection;
- la profondeur d'inspection doit être indiquée au moins à chaque mètre lors des enregistrements;
- chaque enregistrement doit être réalisé avec un éclairage assez puissant pour bien distinguer l'intérieur du pieu caisson et doit contenir une piste sonore qui décrit l'inspection tout en spécifiant régulièrement l'orientation de la caméra par rapport au nord ou un point de repère sur le dessus du pieu caisson, selon la convention en azimut 0-360° ou 0-12 heures (approximatif). Si la visibilité est réduite par une trop grande concentration de particules fines en suspension, un floculant tel l'alun doit être utilisé pour clarifier l'eau; l'accumulation des floculats peut nécessiter un dernier nettoyage avant l'inspection par caméra.

La description de l'inspection, effectuée par l'ingénieur en géotechnique affecté aux travaux par l'entrepreneur, doit porter minimalement sur :

- la base de la chemise d'acier (tube) et de la zone d'encastrement (qualité du contact, infiltration, déformation du tube, déchirure, bris hors profil du roc, etc.);
- les parois de l'emboîture (qualité, texture, nature, bris hors profil, etc.);
- le fond de l'emboîture (qualité, nature, texture, débris de roc ou de sédiments).

Le pieu peut être arasé après la réception par l'entrepreneur d'un avis du surveillant l'autorisant à le faire.

b) Tubes d'auscultation sonique

Dans tous les pieux caissons dont le diamètre est supérieur à 760 mm (30 po), l'entrepreneur doit installer, sur la cage d'armature, des tubes d'auscultation verticaux (parallèles les uns aux autres) sur le périmètre, et ce, même si aucun essai d'auscultation n'est prévu au bordereau. Le nombre de tubes à mettre en place doit respecter le ratio d'un tube par 300 mm de diamètre d'emboîture, en arrondissant le nombre de tubes à l'entier supérieur. Les tubes d'auscultation utilisés doivent posséder les caractéristiques suivantes :

- être en acier sans revêtement (non galvanisé);
- avoir un diamètre de l'ordre de 40 mm à 50 mm, adapté au transmetteur et au récepteur d'un essai sonique. Si un essai est réalisé, ceux-ci doivent glisser facilement le long de la paroi des tuyaux tout en étant assez près de celle-ci pour éviter une trop grande perte de signal;
- être répartis de façon équidistante sur la cage d'armature;
- s'étendre d'une profondeur de 50 mm au-dessus du fond de l'emboîture jusqu'à une élévation d'au moins 1 m au-dessus du niveau d'arrêt prévu du bétonnage dans le pieu;
- être jointées mécaniquement lorsque nécessaire. L'utilisation de ruban adhésif à cette fin est interdite;
- munis de bouchons étanches pour empêcher l'intrusion de béton à leurs extrémités.

c) Mise en place de l'armature

Immédiatement avant la mise en place de la cage d'armature inférieure, la hauteur totale du tube et de l'emboîture doit être mesurée afin de vérifier s'il y a accumulation de débris et de sédiments sur le fond de l'emboîture. Si cette mesure diffère de plus de 50 mm de celle qui a été prise à la suite de l'inspection par caméra, le nettoyage de l'emboîture doit être repris.

La cage d'armature inférieure doit être descendue jusqu'au fond de l'emboîture de façon à respecter le recouvrement et les chevauchements minimaux mentionnés dans les plans et devis; elle doit être bien fixée dans cette position.

Moins de 24 heures avant le bétonnage, l'entrepreneur doit mesurer à nouveau la hauteur totale du tube et de l'emboîture. Si l'accumulation



15 | Ouvrages d'art

sur le fond de l'emboîture dépasse 50 mm, le nettoyage de l'emboîture doit être repris. Cette prise de mesure peut être omise si le délai entre la mise en place de la cage d'armature inférieure et le bétonnage est de moins de 24 heures.

Avant la mise en place du béton dans le pieu caisson, les tubes d'auscultation doivent être remplis d'eau et les bouchons aux extrémités doivent être en place.

d) Bétonnage

Le bétonnage des pieux caissons doit s'effectuer selon les exigences de l'article « Bétonnage sous l'eau », à moins qu'il soit possible d'évacuer complètement l'eau de l'emboîture sans avoir à y maintenir un pompage.

e) Vérification du bétonnage par essais d'auscultation sonique

Les essais d'auscultation sonique de type « Crosshole sonic integrity logging » (CSL) doivent être réalisés selon la méthode décrite dans la norme ASTM D6760 « Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing ».

Les essais doivent être effectués par une firme indépendante spécialisée dans le contrôle de la qualité du béton et sous la supervision du responsable des essais CSL. Le responsable des essais CSL doit être un ingénieur.

Au moins 14 jours avant la réalisation des essais, l'entrepreneur doit fournir au surveillant le nom du responsable des essais CSL et remettre les documents suivants :

- les caractéristiques du matériel utilisé (tubes, joints mécaniques, etc.);
- les spécifications techniques de l'équipement utilisé (transmetteurs, récepteurs, filage, boîte d'acquisition, etc.);
- un dessin indiquant la profondeur des pieux caissons en distinguant les élévations supérieures et inférieures des emboîtures ainsi que les élévations supérieures et inférieures des tubes d'acier (fût des pieux);
- un dessin montrant le nombre, la position, la longueur et les élévations de chacun des tubes d'auscultation ainsi que la position exacte de chaque joint mécanique sur chacun des tubes.

Une période minimale de 3 jours doit s'écouler entre la fin du bétonnage d'un pieu et le début de l'essai.

Lors des essais, les 2 sondes (transmetteur et récepteur) doivent être maintenues sur le même plan horizontal lors de chaque émission d'impulsions soniques. Les lectures doivent être prises à intervalles de 50 mm depuis la base de l'emboîture de chaque pieu caisson jusqu'à l'extrémité supérieure des tubes d'auscultation.

Une fois les essais terminés et à la suite d'une analyse qui confirme que les tubes ne sont plus nécessaires, le responsable des essais CSL doit remettre un avis écrit au surveillant.

Dans les cas où aucun essai d'auscultation sonique n'est prévu au bordereau, le Ministère se réserve le droit d'en effectuer en cas de doute sur la mise en œuvre.

L'entrepreneur doit obtenir un avis écrit du surveillant pour procéder à l'injection des tubes d'auscultation.

Les tubes d'auscultation doivent être comblés de coulis cimentaire conforme à la norme 3901 du Ministère. La mise en place du coulis doit se faire par injection à partir de leur base.

f) Présentation des résultats d'essais d'auscultation sonique

À la suite de la réalisation des essais, l'entrepreneur doit fournir, à l'intérieur d'un délai de 14 jours, un rapport d'analyse des essais CSL signé par l'ingénieur responsable des essais CSL.

Les paires de tubes auscultés doivent être définies (paires périphériques et paires diagonales) et les résultats doivent être présentés pour chacune des paires de tubes auscultés, et ce, pour chaque pieu caisson désigné pour les essais CSL. Les résultats des essais CSL doivent comprendre, pour chaque paire de tubes étudiée, notamment un graphique sur la vitesse de propagation de l'onde P en fonction de la profondeur, un graphique et un tableau de l'atténuation du signal de l'énergie en dB en fonction de la profondeur, un graphique de l'amplitude du signal en fonction du temps et de la profondeur (diagramme de chute).

L'évaluation de l'intégrité du béton contenu dans les pieux caissons doit prendre en compte l'augmentation du temps d'arrivée des premières impulsions (First Arrival Time – FAT) et des variations de l'énergie, en dB. Des figures doivent également être produites pour illustrer, en plan et en coupe, chaque pieu caisson, les paires auscultées, la position et la longueur des tubes par rapport au pieu caisson ainsi que la date et l'heure des mesures.

15 | Ouvrages d'art

Le rapport doit définir clairement les critères d'évaluation et d'acceptation du béton. Lorsque des défauts sont identifiés, ceux-ci doivent être délimités (en volume) et localisés (profondeurs supérieure et inférieure) avec précision.

Le rapport doit fournir une interprétation ferme et précise des résultats obtenus ainsi qu'une conclusion claire sur l'état du béton dans tous les pieux caissons auscultés. Si cela est nécessaire, des recommandations quant à une investigation supplémentaire doivent être données (p. ex. : reprise de l'essai CSL, forage dans le béton, autre type d'essai) afin de mieux caractériser le défaut ou d'établir la méthode de réparation applicable, s'il y a lieu.

Si des défauts nécessitent une correction du béton, ceux-ci sont traités comme des travaux défectueux. Une fois les corrections terminées, l'entrepreneur doit effectuer un nouvel essai CSL et remettre au surveillant un rapport signé par le responsable des essais CSL et attestant la conformité du pieu. L'entrepreneur doit prévoir qu'une période minimale de 48 heures est requise pour l'étude et la consultation du rapport par le Ministère.

15.3.5.2 Résistance géotechnique

Dans le cas des pieux portant en pointe au roc, la contrainte en pointe durant l'enfoncement ne doit pas dépasser la résistance en compression du roc.

La longueur hors sol des pieux utilisés pour les essais doit être d'au moins 1800 mm.

Les pieux retenus pour les essais sont ceux indiqués par le surveillant. Un des essais de chargement dynamique peut être réalisé après qu'au moins la moitié des pieux prévus à une unité a été mise en place. Si la pointe des pieux atteint un refus sur une couche de sol compétent, au maximum deux essais peuvent être réalisés dès la mise en place des premiers pieux, à la suite de l'approbation du surveillant.

La firme de géotechnique spécialisée en essais sur pieux retenue par l'entrepreneur doit mentionner dans son rapport le coefficient de tenue recommandé dans le rapport géotechnique.

15.3.5.2.1 Essais de chargement dynamique

Les essais de chargement dynamiques doivent être effectués selon les exigences de la norme ASTM D4945 «Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Deep Foundations».

Les essais dynamiques doivent être réalisés par une firme de géotechnique spécialisée en essais sur pieux retenue par l'entrepreneur.

La contrainte transmise au pieu pendant l'essai ne doit pas dépasser 85 % de la limite élastique de l'acier des pieux.

Les résultats préliminaires doivent être transmis au surveillant dans un délai de 48 heures après la réalisation de l'essai.

L'entrepreneur doit fournir au surveillant un avis écrit signé indiquant que les résultats de l'essai sont conformes aux exigences, dans un délai de 7 jours après la réalisation de l'essai.

L'entrepreneur doit fournir au surveillant un rapport final d'analyse de battage des pieux préparé par la firme de géotechnique spécialisée en essais sur pieux. Le rapport doit contenir tous les résultats des analyses et essais dynamiques faits sur les pieux et, s'il y a lieu, les résultats des analyses CAPWAP ainsi que les commentaires pertinents sur l'intégrité des pieux et les problèmes éprouvés.

L'avis à 7 jours et le rapport final, qui doit être remis au surveillant dans un délai de 6 semaines après la réalisation de l'essai, doivent être signés par un ingénieur.

15.3.5.3 Arasement des pieux

L'arasement des pieux doit être effectué horizontalement et au niveau prévu aux plans, à l'intérieur d'une tolérance de 25 mm, lorsque tous les pieux d'un groupe sont enfoncés et que la résistance géotechnique est jugée conforme par le surveillant.

Toute partie endommagée à la tête du pieu doit être enlevée.

Une plaque en acier d'une épaisseur minimale de 20 mm doit être soudée à la tête d'un pieu tubulaire s'il n'est pas rempli de béton.

15.3.6 MODE DE PAIEMENT

15.3.6.1 Pieux caissons

Les pieux caissons sont payés comme suit :

- la mobilisation et la démobilisation de l'équipement de fonçage du tube et de réalisation de l'emboîture (battage, vibrofonçage, forage, manipulation du tube, trépanage, excavation et nettoyage) sont payées à prix global. Le prix couvre les frais pour le transport, l'installation et l'enlèvement des équipements;
- le tube du pieu est payé au mètre en place. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la fabrication, le transport, les excavations, les soudures réalisées au chantier, le contrôle des soudures ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente;

15 | Ouvrages d'art

- l'emboîture est payée au mètre, calculé selon les dimensions théoriques, et est mesurée à partir de l'extrémité inférieure du tube. Le prix couvre notamment les excavations ainsi que la mise en œuvre, le nettoyage de l'emboîture ainsi que l'inspection à l'aide d'une caméra vidéo, et il inclut toute dépense incidente;
- le béton et les armatures sont payés selon le mode prévu pour les ouvrages en béton. La mise en place des tubes d'auscultation sonique ainsi que tous les frais liés à leur injection au moyen de coulis cimentaire sont inclus dans le prix du béton;
- les essais d'auscultation sonique sont payés à l'unité par pieu où sont réalisés de tels essais. Le prix couvre la fourniture des documents, l'équipement de mesure, la mise en œuvre, le rapport d'analyse pour chaque essai ainsi que toute dépense incidente.
- les pieux sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture de tous les matériaux, y compris, s'il y a lieu, les armatures et le béton, la fabrication, le transport, l'emboîture, les soudures réalisées au chantier, le contrôle des soudures ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente;
- les essais de chargement dynamique sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la réalisation des essais ainsi que le rapport d'analyse de battage de pieux, et il inclut toute dépense incidente. L'essai est payé seulement lorsque les résultats sont conformes. Toute reprise est aux frais de l'entrepreneur.

Le paiement des pieux caissons est effectué selon les modalités suivantes :

- la mobilisation et la démobilisation sont payées à 50 % à l'amorce des travaux de fonçage du premier tube et à 50 % à la suite de l'autorisation d'arasement du dernier pieu de l'ouvrage par le surveillant, après la réception du rapport d'enfoncement et d'inspection;
- le tube et l'emboîture sont payés à 40 % à la suite de l'autorisation d'arasement du pieu par le surveillant, après la réception du rapport d'enfoncement et d'inspection, et à 60 % une fois la mise en œuvre terminée pour l'ensemble du pieu, y compris la réception des rapports de conformité aux essais d'auscultation sonique, s'il y a lieu;
- le béton et les armatures sont payés une fois la mise en œuvre terminée pour l'ensemble du pieu, y compris la réception des rapports de conformité aux essais d'auscultation sonique, s'il y a lieu;
- chaque essai d'auscultation sonique est payé à la suite de la réception du rapport de conformité.

15.3.6.2 Autres types de pieux

Les autres types de pieux sont payés comme suit :

- l'organisation pour le plantage est payée à prix global. Le prix couvre l'ensemble des installations nécessaires pour exécuter les travaux et qui ne sont pas couvertes par d'autres ouvrages particuliers au bordereau. Ce montant est payé au prorata de l'avancement des travaux d'enfoncement des pieux;

15.4 OUVRAGES EN BÉTON

L'expression « ouvrages en béton » désigne tout type d'ouvrage en béton, en béton armé ou en béton précontraint réalisé en tout ou en partie avec du béton coulé en place. Elle exclut les ouvrages en béton préfabriqués et les réparations effectuées avec du béton projeté. En plus des éléments de pont comme les semelles, les unités de fondation, le tablier, les poutres, les chasse-roues, les trottoirs, les pistes cyclables, les glissières et les dalles de transition, elle inclut aussi notamment le béton des bases d'étanchement, des coussins de support, des pieux, des murs de soutènement, des ponceaux, des revêtements de protection, des glissières rigides en béton, des massifs d'ancrage et des massifs de fondation.

15.4.1 MATÉRIAUX

15.4.1.1 Béton

Le béton doit être conforme à la norme 3101 du Ministère. Le béton de type XIII doit avoir une résistance minimale à la compression à 24 heures de 10 MPa.

Lorsque plus d'une centrale de dosage est nécessaire pour un bétonnage donné, les centrales doivent produire le béton à partir des mêmes constituants, sauf les adjuvants, qui peuvent être différents. Dans le cas où un essai de convenance est requis, si tous les constituants sont identiques, y compris les adjuvants, un seul essai de convenance est nécessaire. Par contre, si les adjuvants ne sont pas identiques, un essai de convenance est requis pour chaque centrale.

Lorsque l'entrepreneur propose une centrale de remplacement en cas de bris de la centrale prévue au départ, il doit procéder à un essai de convenance s'il s'agit de béton qui requiert cet essai. Cependant, si tous les constituants utilisés

15 | Ouvrages d'art

à la centrale de remplacement sont identiques à ceux qui sont utilisés à la centrale prévue au départ, y compris les adjuvants, l'essai de convenance n'est pas requis pour la centrale de remplacement. De plus, la fiche descriptive et l'essai de convenance, s'il y a lieu, du mélange de béton provenant de la centrale de remplacement doivent être acceptés au préalable par le surveillant.

15.4.1.2 Armature

Les armatures et les jonctions mécaniques des barres doivent être conformes à la norme 5101 du Ministère. Lorsque les barres d'armature sont galvanisées, les jonctions mécaniques doivent aussi être galvanisées.

Les barres crénelées en acier au carbone (non revêtues ou galvanisées) doivent être de nuance 400W ou 500W.

Lorsqu'un treillis d'acier à mailles soudées est exigé, ce dernier doit être fabriqué de fil d'acier crénelé.

15.4.1.3 Matériaux de cure

Les matériaux de cure doivent être conformes à la norme 3501 du Ministère.

15.4.1.4 Imperméabilisant à béton

Les imperméabilisants à béton doivent être conformes à la norme 3601 du Ministère.

15.4.1.5 Mortiers cimentaires en sacs

Les mortiers cimentaires en sacs doivent être conformes à la norme 3801 du Ministère.

15.4.1.6 Produits d'ancrage

Les coulis cimentaires doivent être conformes à la norme 3901 du Ministère. Dans le cas des ancrages chimiques, la résistance minimale à l'arrachement doit être conforme aux exigences de cette même norme.

15.4.1.7 Doublure de coffrage

La doublure de coffrage doit être conforme à la norme 31001 du Ministère.

15.4.1.8 Planche compressible

Lorsqu'elle est exigée aux plans et devis, la planche compressible doit être conforme à la norme ASTM D1751 «Standard Specification for Preformed Expansion Joint Filler for Concrete Paving and Structural Construction (Nonextruding and Resilient Bituminous Types)» ou à la norme ASTM D1752 «Standard Specification for Preformed Sponge Rubber Cork and Recycled PVC Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction».

15.4.1.9 Enduit de surface

Les enduits de surface doivent être conformes à la norme 31101 du Ministère.

15.4.1.10 Produit d'injection de fissures à base d'époxy

Le produit d'injection de fissures à base d'époxy doit être conforme à la norme ASTM C881 «Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding Systems for Concrete».

La viscosité du produit d'injection, après l'ajout du durcisseur, doit être inférieure à 250 centipoises (cps) à environ 22 °C.

15.4.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

15.4.2.1 Béton

Il est de la responsabilité de l'entrepreneur d'établir les proportions des mélanges de béton de façon à répondre aux exigences des plans et devis et à produire les propriétés rhéologiques convenant au mode de mise en place et au maintien des caractéristiques physiques du béton.

Dans le cas où la méthode de transport ou de mise en place du béton plastique pourrait affecter les propriétés du béton de telle sorte que celui-ci ne respecte plus les exigences lorsqu'il est en place dans l'ouvrage, l'entrepreneur doit déterminer, avec l'ensemble des intervenants, notamment le fabricant de béton, les paramètres nécessaires à l'obtention d'un béton conforme aux exigences du Ministère et commander le béton avec les spécifications appropriées.

Lorsque la teneur en air est vérifiée simultanément par l'entrepreneur, dans le cadre de la vérification préalable, et par le Ministère, dans le cadre du contrôle de réception, et que l'écart entre les 2 résultats est inférieur ou égal à 1 %, leur moyenne doit être utilisée pour déterminer la conformité du béton.

15.4.2.1.1 Système qualité conforme à la norme ISO des cimenteries et des centrales de malaxage à sec

Le ciment doit provenir d'une cimenterie qui détient un certificat d'enregistrement attestant que le système qualité est conforme à la norme ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité». Si des ajouts cimentaires sont mélangés au ciment à l'aide d'une centrale de malaxage à sec après la fabrication en cimenterie, cette centrale de malaxage à sec doit également détenir un tel certificat.



15 | Ouvrages d'art

15.4.2.1.2 Certification de l'usine de béton prêt à l'emploi

Tous les bétons doivent être produits et livrés par un fabricant dont l'usine détient une certification assujettie aux exigences du fascicule BNQ 2621-905 « Béton prêt à l'emploi – Programme de certification (élaboré à partir de certaines exigences des normes CSA A23.1/A23.2) ».

Le certificat de conformité doit être obtenu avant le début de la fabrication du béton et la certification doit être maintenue pendant toute la période de production du béton.

Dans le cas de la production de béton à l'aide d'une bétonnière mobile, un certificat d'étalonnage des compteurs d'eau, d'adjuvants, de ciment et des ouvertures des trappes, datant de moins d'un an, pour chaque bétonnière mobile et pour chaque mélange de béton à produire doit être remis au surveillant en plus du certificat de conformité délivré par le BNQ.

Le certificat d'étalonnage doit être signé par un ingénieur relevant du responsable du contrôle de la qualité du fabricant. Un nouveau certificat d'étalonnage des ouvertures des portes et des débitmètres doit être délivré dans le cas d'un changement de source d'approvisionnement pour les matériaux cimentaires, les granulats et les adjuvants.

15.4.2.1.3 Vérification préalable à la réception du béton

La vérification préalable du béton doit être réalisée par l'entrepreneur et consiste à vérifier la teneur en air, l'affaissement, l'étalement et la température du béton plastique avant le contrôle de réception de ces caractéristiques par le Ministère. Ces vérifications doivent être réalisées au chantier selon les méthodes décrites à l'article « Contrôle de réception », y compris en ce qui a trait à l'échantillonnage, qui doit se faire au point de décharge.

Dans le cas de la construction d'une nouvelle structure, de la reconstruction d'un tablier ou d'une dalle sur poutres ainsi que pour la réfection des côtés extérieurs d'une structure, le personnel mandaté par l'entrepreneur pour vérifier le béton plastique doit détenir une certification « Technicien d'essai du béton au chantier – Niveau I » décernée par l'American Concrete Institute (ACI). Ce certificat doit être présenté au surveillant avant toute vérification du béton.

La vérification préalable des caractéristiques du béton plastique est effectuée par l'entrepreneur sur les 2 premiers chargements, et le Ministère effectue simultanément le contrôle de réception

sur les mêmes chargements. Si le béton de ces chargements ne nécessite pas d'ajustements pour le rendre conforme aux exigences, alors les vérifications ou les contrôles subséquents sont exécutés à raison de 2 chargements sur 3, soit un chargement sur 3 vérifié par l'entrepreneur et un chargement sur 3 par le Ministère dans le cadre du contrôle de réception du béton. Dans ce cas, l'entrepreneur doit se coordonner avec le surveillant pour que les chargements vérifiés ou contrôlés par les 2 parties ne soient pas les mêmes.

Si un chargement nécessite un ajustement à la suite d'une vérification faite par l'entrepreneur, les chargements suivants doivent être vérifiés ou contrôlés, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il y ait 2 chargements consécutifs qui ne nécessitent pas d'ajustements.

Dans le cas des chasse-roues, des trottoirs, des pistes cyclables, des glissières et de tous les travaux concernant la réparation des ouvrages d'art, la vérification préalable des caractéristiques du béton plastique doit être réalisée par l'entrepreneur sur chaque chargement.

Les caractéristiques mesurées par l'entrepreneur doivent être transmises sur-le-champ au surveillant.

Lorsque des essais sur éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que l'ouvrage sont exigés, au moins 3 éprouvettes témoins par bétonnage doivent être fabriquées. Les éprouvettes doivent avoir les mêmes caractéristiques que celles décrites à l'article « Contrôle de réception ». Ces éprouvettes doivent être mûries au chantier, dans des conditions de température représentant celles du béton en surface de l'élément et selon la même méthode de cure que celle qui est employée au chantier. Il ne doit pas s'écouler plus de 6 heures entre la récupération des éprouvettes témoins au chantier et la réalisation de l'essai de résistance à la compression du béton en laboratoire.

15.4.2.1.4 Contrôle de réception

Le Ministère effectue un contrôle de réception sur tous les types de bétons.

a) Méthodes d'échantillonnage et d'essai sur le béton plastique et durci

La méthode d'échantillonnage doit être conforme à la norme CSA A23.2-1C « Échantillonnage du béton plastique ».

La méthode de détermination de la teneur en air du béton doit être conforme à la norme CSA A23.2-4C « Détermination de la teneur en air du béton plastique par la procédure de pression d'air »,

15 | Ouvrages d'art

complétée par les recommandations du fabricant concernant l'étalement et le mode d'utilisation de l'appareil. Dans le cas du béton de type XVII, la consolidation s'effectue en deux couches de volume à peu près égales, avec 10 coups de bourroir par couche.

La méthode de détermination de l'affaissement du béton plastique doit être conforme à la norme CSA A23.2-5C «Affaissement du béton».

La méthode de détermination de l'étalement du béton plastique doit être conforme à la norme CSA A23.2-19C «Détermination de l'étalement du béton». Dans le cas du béton de type XVII, la consolidation s'effectue en une seule couche avec 10 coups de bourroir sur toute la hauteur du cône d'affaissement avec la petite ouverture placée vers le haut.

La méthode de détermination de la température du béton plastique doit être conforme à la norme CSA A23.2-17C «Détermination de la température du béton de ciment hydraulique frais».

La méthode de fabrication et de cure des éprouvettes de béton pour déterminer la résistance à la compression doit être conforme à la norme CSA A23.2-3C «Confection et cure des éprouvettes de béton destinées aux essais de compression et de flexion». Dans le cas du béton de type XVII, l'éprouvette doit être remplie en une seule couche et la consolidation s'effectue avec 10 coups de bourroir sur toute la hauteur.

La méthode de détermination de la résistance à la compression du béton doit être conforme, pour tous les types de bétons, à la norme CSA A23.2-9C «Détermination de la résistance à la compression d'éprouvettes de béton cylindriques».

b) Vérification des caractéristiques du béton plastique

Le Ministère vérifie les caractéristiques du béton plastique (teneur en air, affaissement, étalement et température du béton) avant de procéder à la mise en place du béton.

L'entrepreneur doit attendre les résultats des essais de vérification sur le béton plastique avant de poursuivre le déchargement du camion.

Lorsqu'une pompe est employée pour la mise en place du béton de type XIII, la teneur en air du béton doit être mesurée à la sortie de la conduite de la pompe; le prélèvement du béton pour effectuer cet essai est exécuté sans interrompre l'opération de pompage du béton. Dans le cas des bétons de

types V-S, XIV-C, XIV-R, XV et XVII, le prélèvement du béton doit être effectué à la sortie du camion malaxeur. La plage de spécification de la teneur en air est alors corrigée à partir des mesures de perte en air réalisées lors de l'essai de convenance. À l'inverse, un gain en air lors de l'essai de convenance ne doit pas être corrigé. La température du béton, l'affaissement et l'étalement doivent être mesurés à la sortie du camion malaxeur.

Dans le cas où un superplastifiant est utilisé au chantier, l'affaissement ou l'étalement doivent être mesurés avant et après l'ajout de cet adjuvant. La teneur en air est mesurée après l'ajout de cet adjuvant.

Les essais de vérification de la teneur en air, de la température, de l'affaissement et de l'étalement doivent également être réalisés lors de la confection des éprouvettes destinées aux essais de résistance à la compression.

Tout chargement non conforme aux exigences de la teneur en air, de la température, de l'affaissement ou de l'étalement est refusé et non payé.

• Cadence des vérifications

La vérification des caractéristiques du béton plastique est effectuée par le Ministère sur les 2 premiers chargements simultanément à la vérification préalable du béton par l'entrepreneur. Si le béton de ces chargements est conforme aux exigences, alors les vérifications ou les contrôles subséquents sont exécutés à raison de 2 chargements sur 3, soit un chargement sur 3 par le Ministère dans le cadre du contrôle de réception et un chargement sur 3 par l'entrepreneur dans le cadre de la vérification préalable à la réception du béton. Dans ce cas, les 2 parties doivent se coordonner pour que les chargements vérifiés ou contrôlés ne soient pas les mêmes.

Si un chargement s'avère non conforme ou nécessite un ajustement par l'entrepreneur, les chargements suivants doivent être vérifiés ou contrôlés, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il y ait 2 chargements consécutifs qui soient conformes.

Dans le cas des chasse-roues, des trottoirs, des pistes cyclables, des glissières et de tous les travaux concernant la réparation des ouvrages d'art, la vérification des caractéristiques du béton plastique doit être réalisée sur chaque chargement, lorsque le béton est livré par camion malaxeur.



15 | Ouvrages d'art

Si l'entrepreneur a choisi de mandater un laboratoire enregistré pour vérifier les caractéristiques du béton plastique selon les modalités prévues à l'article portant sur la possibilité offerte à l'entrepreneur de vérifier les caractéristiques du béton plastique sur le chantier, et qu'aucun ajustement du béton n'est nécessaire à la suite des vérifications du chargement, les résultats des essais relatifs aux caractéristiques du béton plastique retenus pour ce chargement sont ceux obtenus lors de la vérification préalable du béton.

c) *Vérification de la résistance à la compression du béton*

Les moules en plastique à base de polyuréthane utilisés pour le prélèvement des éprouvettes destinées à l'essai de résistance à la compression sont réutilisables. L'utilisation des moules en plastique ABS est interdite. Les dimensions des moules sont les suivantes : diamètre intérieur nominal de 100 mm, hauteur intérieure nominale de 200 mm et épaisseur minimale des parois de 3,4 mm.

Si une pompe est employée pour la mise en place du béton de type XIII, le prélèvement du béton destiné aux essais de résistance à la compression doit se faire à la sortie de la conduite de la pompe, sans interrompre l'opération de pompage du béton. Dans le cas des bétons de types V-S, XIV-C, XIV-R, XV et XVII, le prélèvement du béton doit être effectué à la sortie du camion malaxeur.

L'entrepreneur doit maintenir sur le site des travaux un endroit propre à l'entreposage et à la cure des éprouvettes de béton, soit une surface horizontale rigide, exempte de vibrations et d'autres perturbations. Dans le cas où les éprouvettes doivent être transportées par un transporteur public, un emballage adéquat doit être prévu pour les protéger contre les chocs mécaniques et les conditions défavorables.

• **Cadence d'échantillonnage**

L'échantillonnage est exécuté selon une table de nombres aléatoires. Les échantillons sont prélevés soit à toutes les livraisons, soit de façon aléatoire en fonction des quantités utilisées sur le chantier ou en fonction de la formation de lots décidée lors d'une réunion de chantier antérieure aux travaux.

Un lot représente 450 m³ ou moins d'un béton fourni dans une période de 30 jours entre le prélèvement du premier et du dernier échantillon du lot. Les lots sont formés par type

de béton, par formule de mélange, par usine de fabrication et par partie d'ouvrage. Au moins un échantillon doit être prélevé tous les 75 m³. Les lots doivent être constitués selon la chronologie, par groupes de 2 à 24 résultats d'essais.

Si la quantité de béton à produire excède 450 m³ ou que le nombre d'échantillons excède 24, la formation des lots doit être planifiée de façon à obtenir des lots sensiblement égaux.

Lors de la formation des lots de béton, le béton d'une dalle sur poutres ou d'un tablier en béton précontraint en place doit faire partie d'un lot distinct. Dans le cas où la quantité de béton de ce lot est inférieure à 75 m³, deux échantillons doivent être prélevés afin d'établir la résistance moyenne tolérable.

Pour chaque essai de résistance à la compression, 3 éprouvettes cylindriques doivent être fabriquées.

Une éprouvette est soumise à un essai de résistance à la compression à l'âge de 7 jours.

Les 2 autres éprouvettes doivent avoir 28 jours d'âge avant d'être soumises à l'essai de résistance à la compression.

d) *Essai de convenue*

L'entrepreneur doit effectuer un essai de convenue pour les bétons de types V-S, XIII, XIV-C, XIV-R, XV et XVII, lorsque la mise en place est réalisée à l'aide d'une pompe.

L'essai de convenue n'est pas requis pour les bases d'étanchement, les blocs d'assise et les réparations avec coffrages sans surépaisseur.

L'entrepreneur doit remettre au surveillant les résultats des essais antérieurs de résistance à la compression à 7, 14 et 28 jours au moins 14 jours avant de procéder à l'essai de convenue.

Une réunion préalable à l'essai de convenue, regroupant les représentants de l'entrepreneur, du fabricant de béton et du Ministère, doit être tenue au moins 7 jours avant la réalisation de l'essai de convenue. L'entrepreneur doit donner un avis écrit au surveillant d'au moins 24 heures, précisant la date et l'heure de l'essai de convenue.

L'entrepreneur doit effectuer l'essai de convenue d'un béton au moins 14 jours avant la date prévue pour la première coulée avec ce béton.

15 | Ouvrages d'art

L'essai de convenance consiste à effectuer une coulée en utilisant une quantité d'environ 5 m³ de béton. Il permet également à l'entrepreneur de faire les ajustements qu'il juge nécessaires pour obtenir les propriétés rhéologiques convenant au mode de mise en place et au maintien des caractéristiques physiques du béton.

L'essai de convenance doit être réalisé en utilisant une pompe à béton équipée du même modèle de système de pompage que celle prévue pour le bétonnage de l'ouvrage. La pompe à béton utilisée pour l'essai de convenance doit avoir un mât de distribution d'une hauteur au moins égale à celle de la pompe employée pour le bétonnage de l'ouvrage. La pompe à béton doit être équipée d'un dispositif de fermeture permettant de maintenir sa conduite pleine en tout temps en amont du dispositif, lors des arrêts de pompage. De plus, l'essai de convenance doit être réalisé avec le mât de distribution de la pompe déployé de façon à ce que la dernière portion du mât soit en position verticale; cette portion doit représenter au moins la moitié de la hauteur maximale du mât. La hauteur maximale du mât correspond à la hauteur atteinte lorsque celui-ci est entièrement déployé en position verticale. À la fin de la conduite de la pompe, une section réductrice d'au moins 20 % du diamètre du tuyau de la pompe doit être installée.

Lors de l'essai de convenance, l'entrepreneur doit vérifier la conformité des caractéristiques du béton plastique (affaissement, étalement, teneur en air et température) à partir d'un échantillonnage prélevé à la sortie du camion malaxeur. De plus, l'entrepreneur doit vérifier la conformité de la teneur en air du béton plastique ainsi que les caractéristiques du béton durci (résistance à la compression à 7, à 14 et à 28 jours, caractéristiques du réseau de bulles d'air) à partir d'un échantillonnage prélevé à la sortie de la conduite de la pompe. L'échantillonnage pour réaliser ces essais est effectué sans interrompre l'opération de pompage du béton. Le résultat individuel concernant les caractéristiques du réseau de bulles d'air doit être conforme à la valeur moyenne prescrite à la norme 3101 du Ministère. La perte en air lors du pompage est déterminée à partir de la différence de la teneur en air mesurée sur le béton plastique à la sortie du camion malaxeur et à la sortie de la pompe. La plage de spécifications permise de la teneur en air avant le pompage du béton doit être ajustée de façon à obtenir une teneur en air à la sortie de la pompe conforme à la norme 3101 du Ministère pour le type de béton spécifié. Dans le cas d'un gain d'air, la plage de

spécification permise de la teneur en air avant pompage ne doit pas être ajustée. Si le résultat de la perte en air à la sortie de la pompe est supérieur à 2,0 %, l'entrepreneur doit réaliser un nouvel essai de convenance.

L'entrepreneur peut utiliser la semelle ou la dalle de transition d'un ouvrage pour réaliser l'essai de convenance. En l'absence de ces éléments, l'entrepreneur doit faire l'essai de convenance en dehors de l'ouvrage à construire. Dans ce cas, cet essai peut être réalisé en usine, et il doit être effectué de façon à simuler le temps de malaxage, de chargement, de transport et de mise en œuvre prévu pour le chantier.

À la suite de l'essai de convenance, l'entrepreneur peut procéder à une première coulée avec ce béton seulement après que les résultats des essais de résistance à la compression à 14 jours et de caractéristiques du réseau de bulles d'air entraîné sont connus, transmis au surveillant et acceptés par écrit par ce dernier sur la base de résultats satisfaisants. Par contre, le surveillant se réserve la possibilité d'attendre les résultats des essais à 28 jours. Le fait que le surveillant ait autorisé le bétonnage ne dégage pas l'entrepreneur de sa responsabilité de fournir des bétons conformes aux exigences.

L'entrepreneur doit réaliser un nouvel essai de convenance si les résultats de l'essai ne sont pas conformes aux exigences ou s'il y a un changement de l'un des constituants du béton à la fiche descriptive du mélange.

e) Possibilité offerte à l'entrepreneur de vérifier les caractéristiques du béton plastique sur le chantier

L'entrepreneur peut mandater à ses frais un laboratoire enregistré de son choix pour faire à la place du Ministère la vérification des caractéristiques du béton plastique selon les exigences de l'article concernant la vérification des caractéristiques du béton plastique. L'entrepreneur doit informer le surveillant, lors de la première réunion de chantier, de son intention ou non de mandater un laboratoire pour vérifier les caractéristiques du béton plastique. Le certificat ACI du personnel mandaté par l'entrepreneur doit être présenté au surveillant avant toute vérification du béton. Le représentant du Ministère devient alors observateur et il a droit de regard sur les essais; s'il juge qu'une méthode d'essai est réalisée de façon incorrecte, il le signale sur-le-champ au technicien mandaté par l'entrepreneur pour réaliser l'essai, qui doit prendre les mesures pour corriger la situation. En



15 | Ouvrages d'art

cas d'inaction, l'observateur peut, lui aussi, procéder à la vérification du béton plastique selon les exigences de l'article «Vérification des caractéristiques du béton plastique». Le surveillant est alors appelé à trancher de façon à retenir un seul résultat par chargement.

Si l'entrepreneur ne désire pas réaliser la vérification des caractéristiques du béton plastique, il peut demander qu'un laboratoire enregistré de son choix soit observateur et, dans ce cas, la procédure réciproque s'applique.

f) Possibilité offerte à l'entrepreneur de déléguer un observateur au laboratoire désigné par le Ministère

En tout temps, l'entrepreneur peut déléguer à ses frais un observateur, provenant d'un laboratoire enregistré de son choix, au laboratoire désigné par le Ministère pour s'assurer que les conditions de conservation et les méthodes de préparation et de rupture des éprouvettes sont conformes aux normes. Tout commentaire concernant l'application jugée incorrecte d'une méthode par cet observateur doit être signifié sur-le-champ au représentant du Ministère.

L'entrepreneur doit informer le surveillant, lors de la première réunion de chantier, de son intention ou non de déléguer un observateur au laboratoire désigné par le Ministère.

g) Possibilité offerte à l'entrepreneur d'utiliser un droit de recours concernant la résistance à la compression du béton

Dans le cas du béton utilisé dans la construction d'un ouvrage d'art, l'entrepreneur peut se prévaloir d'un recours portant sur la résistance à la compression du béton.

Lorsque l'entrepreneur désire se prévaloir d'un recours pour un lot donné, il doit en faire mention au cours d'une réunion de chantier préalable au bétonnage et aviser par écrit le surveillant au moins 5 jours avant le début du bétonnage du lot faisant l'objet du recours. Cet avis doit contenir l'information suivante :

- le nom du fournisseur de béton;
- le certificat de qualification «Technicien d'essais du béton au chantier – Niveau I», délivré par l'American Concrete Institute (ACI), du personnel mandaté par l'entrepreneur et responsable du prélèvement des éprouvettes;
- le nom et la copie du certificat d'enregistrement conforme à la norme ISO du laboratoire enregistré, mandaté par l'entrepreneur et autre

que celui du fournisseur de béton, responsable du transport des éprouvettes et des essais de résistance à la compression à 28 jours;

- le lot faisant l'objet du recours.

Une réunion regroupant le surveillant, le laboratoire désigné par le Ministère ainsi que les représentants de l'entrepreneur et du fournisseur de béton doit être tenue au moins 24 heures avant le début du bétonnage du lot visé par le recours afin de convenir, entre autres, des modalités d'identification, de conservation, de cure et de transport des éprouvettes.

Le Ministère peut auditer le laboratoire enregistré mandaté par l'entrepreneur.

Les frais engagés par l'entrepreneur pour l'application du recours sont à sa charge.

Lorsque l'entrepreneur s'est prévalu d'un droit de recours pour un lot donné, le technicien mandaté par l'entrepreneur et responsable du prélèvement des éprouvettes doit prélever le même nombre d'échantillons que celui qui est prévu à l'article concernant la vérification de la résistance à la compression du béton. Les éprouvettes doivent provenir de la même opération de prélèvement que celle qui est effectuée par le technicien du laboratoire désigné par le Ministère et être inscrites par le technicien mandaté par l'entrepreneur sur le formulaire du Ministère intitulé *Béton – Chantier et résistance à la compression et à la flexion*. De plus, chaque éprouvette doit être identifiée à l'aide de la carte d'échantillon fournie par le Ministère. Le formulaire et la carte d'échantillon doivent être signés par le technicien mandaté par l'entrepreneur et par celui du laboratoire désigné par le Ministère.

Le transport de ces éprouvettes au laboratoire enregistré mandaté par l'entrepreneur pour effectuer les essais de résistance à la compression est fait par ce même laboratoire ou par le personnel mandaté par l'entrepreneur pour le prélèvement des éprouvettes.

Chaque éprouvette prélevée dans le cadre d'un droit de recours doit être soumise à l'essai de résistance à la compression. Chacun des résultats d'essai, identifié conformément aux données de sa carte d'échantillon, doit être inscrit sur le formulaire du Ministère intitulé *Ouvrages d'art et autres travaux en béton – Rapport par lot*.

Ce formulaire et la carte d'échantillon de chaque éprouvette prélevée par le technicien mandaté par l'entrepreneur doivent être transmis au surveillant au plus tard 48 heures suivant la réalisation de l'essai.



15 | Ouvrages d'art

15.4.2.1.5 Conformité de la résistance à la compression du béton

Pour chaque lot, la conformité de la résistance à la compression du béton est déterminée à partir de la moyenne des résultats des essais de résistance mesurée sur les éprouvettes à 28 jours en tenant compte des critères suivants :

a) Limite supérieure de la résistance

Pour calculer la résistance moyenne du béton d'un lot, les éprouvettes ayant une résistance supérieure à 150 % de la résistance exigée sont considérées comme ayant une résistance égale à 150 % de la résistance exigée.

b) Rejet du béton

Lorsque les mesures indiquent que la résistance d'un échantillon est inférieure à 76 % de la résistance exigée, le béton représenté par cet échantillon est non conforme et n'est pas payé. La partie de l'ouvrage construite avec ce béton est considérée comme défectueuse et doit être refaite selon les plans et devis aux frais de l'entrepreneur.

Dans le cas d'un tablier en béton précontraint en place, lorsque les mesures indiquent que la résistance d'un échantillon est inférieure à 85 % de la résistance exigée, le béton représenté par cet échantillon est non conforme et n'est pas payé. La partie de l'ouvrage construite avec ce béton est considérée comme défectueuse et doit être refaite selon les plans et devis aux frais de l'entrepreneur.

Dans le cas où une certaine quantité de béton d'un lot est rejetée, la résistance moyenne mesurée et la résistance moyenne tolérable du lot restant sont calculées en excluant les échantillons représentant la partie du lot rejetée. La résistance moyenne tolérable est celle qui est fixée par le nombre d'échantillons du lot (n) tel qu'il est défini ci-après.

c) Béton de résistance supérieure à la résistance exigée

Il n'y a pas de paiement en surplus pour du béton qui, par lots, a une résistance supérieure à la résistance exigée.

d) Résistance moyenne tolérable (R_t)

La résistance moyenne tolérable (R_t) d'un lot ayant plus d'un échantillon, nécessaire pour réviser le prix unitaire du béton lorsque la résistance moyenne d'un lot se situe entre la résistance moyenne tolérable et la résistance critique, est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$R_t = f'_c + \left(\frac{k \times d}{100} \right)$$

où

f'_c : résistance à la compression du béton exigée

k : facteur d'acceptation suivant le nombre d'échantillons du lot

d : indice de dispersion des échantillons du lot

$$d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R)^2}{n - 1}}$$

où

R_i : résistance de chacun des échantillons du lot

R : résistance moyenne mesurée du lot

n : nombre d'échantillons du lot

Les valeurs de k sont montrées dans le tableau suivant :

n	k	n	k	n	k
2	-88	10	41	18	54
3	-9	11	43	19	55
4	10	12	45	20	56
5	19	13	47	21	57
6	26	14	49	22	58
7	31	15	50	23	59
8	34	16	52	24	60
9	38	17	53		

e) Acceptation d'un lot

Si la résistance moyenne d'un lot est supérieure à la résistance critique, soit 80 % de la résistance exigée, le lot est accepté et il est payé selon les modalités de l'article portant sur le calcul du prix unitaire révisé du béton. Sinon, l'ouvrage est considéré comme défectueux et doit être refait selon les plans et devis aux frais de l'entrepreneur.

Dans le cas d'un tablier en béton précontraint en place, si la résistance moyenne d'un lot est supérieure à la résistance critique, soit 90 % de la résistance exigée, le lot est accepté et il est payé selon les modalités de l'article portant sur le calcul du prix unitaire révisé du béton. Sinon, le tablier est considéré comme défectueux et doit être refait selon les plans et devis aux frais de l'entrepreneur.

f) Écart entre les résultats de 2 éprouvettes

Si l'écart des résultats d'un échantillon formé de 2 éprouvettes à 28 jours est supérieur à 5 MPa, l'échantillon est jugé défectueux et la valeur de sa

15 | Ouvrages d'art

résistance n'est pas retenue pour l'évaluation de la conformité. La quantité de béton représentée par cet échantillon est alors payée au prix unitaire.

Toutefois, lorsqu'un lot contient des échantillons défectueux, le Ministère peut procéder à une réévaluation pour déterminer la résistance à la compression de la partie d'ouvrage représentée par cet échantillon défectueux. La détermination de la conformité et l'acceptation du lot dans ce cas sont faites en fonction des résultats obtenus à la suite de cette réévaluation.

Dans le cas où l'entrepreneur s'est prévalu d'un recours pour la résistance à la compression du béton, l'écart entre les résultats de 2 éprouvettes est calculé pour les échantillons d'un même laboratoire.

g) Essais de résistance à la compression du béton à retenir dans le cas d'un recours de l'entrepreneur

Dans le cas où l'entrepreneur s'est prévalu d'un recours pour la résistance à la compression du béton, le surveillant évalue la conformité des échantillons et calcule la résistance à la compression de chacun des échantillons du lot (R_i) comme suit :

- si l'écart entre les résultats des éprouvettes du laboratoire désigné par le Ministère est conforme et celui entre les éprouvettes du laboratoire enregistré mandaté par l'entrepreneur est conforme, la résistance de l'échantillon est la moyenne des résultats des éprouvettes provenant du laboratoire désigné par le Ministère et du laboratoire enregistré mandaté par l'entrepreneur;
- si l'écart entre les résultats des éprouvettes du laboratoire désigné par le Ministère est conforme et celui entre les éprouvettes du laboratoire enregistré mandaté par l'entrepreneur est non conforme, la résistance de l'échantillon est la moyenne des résultats des éprouvettes provenant du laboratoire désigné par le Ministère;
- si l'écart entre les résultats des éprouvettes du laboratoire désigné par le Ministère est non conforme et celui entre les éprouvettes du laboratoire enregistré mandaté par l'entrepreneur est conforme, la résistance de l'échantillon est la moyenne des résultats des éprouvettes provenant du laboratoire enregistré mandaté par l'entrepreneur.

Ces résultats sont par la suite utilisés pour calculer la résistance moyenne mesurée (R) du lot et la résistance moyenne tolérable (R_t) du lot.

Si l'écart entre les résultats des éprouvettes du laboratoire désigné par le Ministère est non conforme et celui entre les éprouvettes du laboratoire de l'entrepreneur est non conforme, la résistance de l'échantillon (R_i) ne peut pas être calculée. Les échantillons sont jugés défectueux et leur valeur est rejetée. La quantité de béton représentée par ces échantillons est alors payée au prix unitaire.

15.4.2.2 Armature

Les barres d'armature en acier au carbone (non revêtues ou galvanisées) doivent provenir d'une aciérie canadienne qui détient un certificat d'enregistrement conforme à la norme ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité» ou IATF 16949 «Systèmes de management de la qualité dans l'industrie automobile». L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 2 semaines avant la livraison des barres au chantier, le nom de l'aciérie qui a fabriqué l'armature.

Pour chaque livraison de barres d'armature en acier inoxydable, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité de l'aciérie contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom de l'aciérie;
- la norme de fabrication ASTM;
- la désignation;
- le grade;
- le numéro de coulée;
- le diamètre nominal.

Un lot de production est constitué de barres de même désignation, de même grade, de même diamètre nominal et provenant de la même coulée.

L'entrepreneur doit s'assurer que les paquets de barres d'armature en acier inoxydable livrés soient identifiés avec ces informations.

Lorsqu'un contrôle de réception des barres d'armature en acier inoxydable est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en un minimum de trois sections de barres droites d'une longueur minimale de 1,5 m pour chaque lot.

Pour chaque livraison de jonctions mécaniques, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant les résultats d'essai à la traction pour chaque lot de production. Ces résultats doivent inclure la résistance à la traction du dispositif d'assemblage et le glissement total des barres d'armature à l'intérieur du manchon, conformément aux exigences de la norme CSA S6.

15 | Ouvrages d'art

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué sur les treillis par le Ministère, le prélèvement consiste en un échantillon découpé de façon à inclure 3 fils transversaux consécutifs, s'étendant sur toute la largeur du treillis, d'un même diamètre et de même provenance. Les analyses et essais sur ces échantillons doivent être effectués selon les exigences de la norme ASTM A1064/A1064M «Standard Specification for Carbon-Steel Wire and Welded Wire Reinforcement, Plain and Deformed, for Concrete».

15.4.2.3 Matériaux de cure

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en :

- une feuille imperméable ou de toile absorbante, mesurant environ 1 m²;
- 1 l de matériau de cure formant membrane, provenant d'un contenant scellé dont le contenu a été préalablement homogénéisé.

15.4.2.4 Imperméabilisant à béton

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en 1 l d'imperméabilisant, provenant d'un contenant scellé dont le contenu a été préalablement homogénéisé.

15.4.2.5 Mortiers cimentaires en sacs

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en un sac de 30 kg de matériau prélevé au hasard parmi les sacs entreposés sur le chantier.

15.4.2.6 Produits d'ancrage

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement consiste en un échantillon de matériau.

15.4.2.7 Doublure de coffrage

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement consiste en un échantillon de 1 m² de doublure de coffrage.

15.4.2.8 Planche compressible

Lorsque le surveillant effectue un contrôle de réception, le prélèvement des échantillons consiste en un morceau de 400 mm de longueur sur 400 mm de largeur.

15.4.3 MISE EN ŒUVRE

Les tolérances de construction du béton coulé en place spécifiées dans la norme CSA A23.1 «Béton : Constituants et exécution des travaux» s'appliquent.

À moins d'une indication contraire dans l'avis technique d'un ouvrage homologué, l'épaisseur minimale de l'enrobage de l'armature et d'autres pièces métalliques doit être conforme aux exigences pour les armatures du *Tome III – Ouvrages d'art* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère. À cette fin, le Ministère se réserve le droit de vérifier l'épaisseur de l'enrobage de l'armature à l'aide d'un pachomètre.

L'utilisation de clous fixés au béton est interdite.

a) *Fixation d'ouvrages provisoires aux surfaces de béton existantes qui ne sont pas recouvertes de nouveau béton*

Lorsque l'entrepreneur est autorisé par le surveillant à fixer des coffrages ou des ouvrages provisoires aux surfaces de béton existantes qui ne sont pas recouvertes de nouveau béton, l'entrepreneur doit employer des ancrages mécaniques dont les éléments demeurant dans le béton doivent être en acier galvanisé. La partie des ancrages laissée dans le béton doit être située à une profondeur permettant de la recouvrir de 60 mm de mortier. Le remplissage des trous laissés par l'enlèvement des ancrages mécaniques doit être réalisé selon les spécifications de la sous-section «Inspection, correction et nettoyage des surfaces» pour les trous laissés par les cônes de plastique des attaches de coffrage.

L'entrepreneur doit déterminer le type, le diamètre, la profondeur d'ancrage ainsi que l'espacement de ces ancrages. La profondeur du forage pour l'installation des ancrages doit respecter les recommandations du fabricant et ne doit pas excéder 60 % de l'épaisseur de l'élément.

Avant le forage, s'il est possible d'atteindre le niveau des armatures ou des armatures de précontrainte, l'entrepreneur doit localiser (marquer) celles-ci sur la surface de béton par une méthode non destructive afin de ne pas les endommager ni forer inutilement le béton. Le forage dans le béton ne peut pas être réalisé à l'intérieur d'un délai de 48 heures suivant le bétonnage.

Pour les éléments en béton précontraint, si la profondeur des ancrages fait en sorte qu'il y a une possibilité d'endommager les armatures de précontrainte, en plus des exigences précédentes, l'entrepreneur doit fournir au surveillant au moins 3 jours avant le début des travaux de forage une méthode de travail signée par un ingénieur. La méthode de travail doit décrire la position exacte des forages à réaliser à la suite de la localisation de ces armatures et les paramètres particuliers liés au forage (équipement utilisé, profondeur, type de mèche, etc.).

15 | Ouvrages d'art

b) *Fixation d'ouvrages provisoires aux surfaces de béton neuves*

Lorsque l'entrepreneur est autorisé par le surveillant à fixer des coffrages ou des ouvrages provisoires aux surfaces de béton neuves, l'entrepreneur doit utiliser la méthode décrite précédemment pour les surfaces de béton existantes ou utiliser dans le béton neuf des attaches de coffrage supplémentaires conformes à l'article «Accessoires de coffrage», à la différence que ces éléments ne doivent pas relier l'une à l'autre les parois verticales des coffrages. La longueur du cône de plastique à l'extrémité de l'attache en contact avec le coffrage doit être choisie de façon que la distance entre la surface du béton et l'extrémité de cette attache se situe entre 25 et 50 mm. À l'extrémité de l'attache incorporée au béton, le recouvrement minimal de béton doit correspondre à celui exigé pour les armatures attenantes.

c) *Fixation des coffrages des chasse-roues, des trottoirs, des pistes cyclables ou des glissières en béton au-dessus d'une dalle*

L'entrepreneur doit utiliser la méthode décrite précédemment pour les surfaces de béton existantes ou utiliser l'une des deux méthodes suivantes :

- des ancrages en acier inoxydable fixés au moyen d'une résine chimique, qui doivent être sciés au niveau du dessus du béton après usage;
- des vis d'ancrage amovibles en acier, commercialisées à cette fin, qui doivent être complètement retirées du béton après usage. Les parois des trous doivent être brossées, puis nettoyées au moyen d'un jet d'air, puis les trous doivent être comblés de coulis cimentaire sans retrait au moyen d'un outil approprié.

L'entrepreneur doit déterminer le type, le diamètre, la profondeur ainsi que l'espacement de ces ancrages. La profondeur du forage pour l'installation des ancrages doit respecter les recommandations du fabricant et ne doit pas excéder 60 % de l'épaisseur de la dalle.

Avant le forage, s'il est possible d'atteindre le niveau des armatures ou des armatures de précontrainte, l'entrepreneur doit localiser (marquer) celles-ci sur la surface de béton par une méthode non destructive afin de ne pas les endommager ni forer inutilement le béton. Le forage dans le béton ne peut pas être réalisé à l'intérieur d'un délai de 48 heures suivant le bétonnage.

Sauf dans le cas de la précontrainte transversale d'une dalle sur poutres neuve, si la profondeur des ancrages fait en sorte qu'il est possible

d'atteindre des armatures de précontrainte, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une méthode de travail signée par un ingénieur, selon les mêmes exigences que celles s'appliquant aux surfaces de béton existantes.

d) *Fixation de glissières en béton pour chantier au-dessus d'une dalle neuve ou existante à conserver*

Lorsqu'il est requis de fixer des glissières en béton pour chantier au-dessus d'une dalle neuve ou existante à conserver, l'entrepreneur doit utiliser des ancrages en acier inoxydable fixés au moyen d'une résine chimique, conformément au chapitre 2 «Conception des ouvrages d'art» du *Tome III – Ouvrages d'art* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère. Immédiatement après l'enlèvement de ces glissières, les ancrages doivent être sciés au niveau du dessus du béton.

Les exigences décrites précédemment au sujet de la localisation des armatures avant le forage, y compris les armatures de précontrainte, et l'avis d'ingénieur lorsqu'il y a possibilité d'atteindre des armatures de précontrainte, s'appliquent.

15.4.3.1 Coffrages

Les coffrages, y compris leur mise en œuvre, doivent être conformes à la norme CSA S269.1 «Ouvrages provisoires et coffrages». Les coffrages coulissants sont interdits pour les chasse-roues, trottoirs et glissières.

Les plans d'ouvrages provisoires des coffrages en porte-à-faux d'une dalle sur poutres doivent indiquer l'emplacement des rails de la finisseuse automotrice et décrire les moyens utilisés pour assurer leur stabilité.

L'entrepreneur doit fournir au surveillant une note de calcul détaillée des coffrages en porte-à-faux ayant une largeur de plus de 750 mm sur les côtés extérieurs d'une dalle sur poutre. L'entrepreneur doit également fournir au surveillant une note de calcul détaillée des coffrages en porte-à-faux supportant le rail de roulement de l'équipement de finition attenants à une phase de travaux non encore réalisée d'une dalle sur poutres réalisée en phases, et ce, peu importe la largeur de ce porte-à-faux.

La note de calcul doit démontrer que, sous la charge du béton à couler et, s'il y a lieu, sous le poids de la finisseuse à béton automotrice, la flèche maximale à l'extrémité extérieure du porte-à-faux est inférieure à :

- 12 mm pour les côtés extérieurs de la dalle;
- 6 mm pour les coffrages attenants à une phase de travaux non encore réalisée.



15 | Ouvrages d'art

Dans les deux cas, lorsque les coffrages sont installés sur des poutres d'acier, l'évaluation de la flèche maximale doit tenir compte du déplacement attribuable à la déformation latérale de la poutre et au bombement de l'âme. La note de calcul doit considérer les contreventements et les ouvrages temporaires, si nécessaire. L'entrepreneur doit également tenir compte de ces efforts dans son étude de stabilité, mentionnée parmi les documents requis pour les ouvrages en acier et en aluminium de la présente section.

Quel que soit le type de tablier, la différence de flèche évaluée par calcul entre deux supports adjacents d'un coffrage en porte-à-faux ne doit pas dépasser 4 mm.

Les notes de calcul doivent être signées par un ingénieur et remises au surveillant 14 jours avant la mise en place des coffrages.

Lorsque l'entrepreneur doit fournir des plans d'ouvrages provisoires pour les coffrages, après leur construction, après leur inspection au chantier par un ingénieur, et avant le bétonnage, il doit remettre au surveillant un avis écrit, signé par cet ingénieur indiquant que les coffrages construits sont conformes aux plans soumis. Cet avis doit aussi mentionner la date et l'heure de l'inspection.

Les coffrages doivent être fixés, pourvus de contreventements et supportés pour soutenir les charges, tout en conservant leurs alignements et contours. Les coffrages doivent être étanches.

Pour les surfaces de béton apparentes, le type de matériau utilisé pour les coffrages en contact avec le béton doit être le même pour un élément d'un ouvrage.

Les coffrages en porte-à-faux d'une dalle sur poutres doivent être appuyés sur des supports métalliques. Dans le cas d'une dalle sur poutres construite en phases sans lien structural entre elles, les coffrages doivent prendre appui uniquement sur la partie de dalle à bétonner. Les coffrages d'une phase de raccordement d'une dalle sur poutre ne doivent pas être fixés aux parties de dalle déjà bétonnées de part et d'autre.

Lorsque les dimensions des panneaux de coffrage utilisés en position verticale excèdent 2400 mm de longueur ou 600 mm de largeur, les panneaux doivent être disposés de manière symétrique par rapport à la ligne de centre de l'ouvrage et de façon à minimiser le nombre de joints. L'entrepreneur doit remettre au surveillant, 14 jours avant de commencer la mise en place des coffrages, les plans d'ouvrages provisoires préparés par le fabricant des coffrages montrant la disposition des panneaux et des attaches de coffrage.

Les coffrages des chasse-roues, des trottoirs, des pistes cyclables et des glissières doivent être posés de façon à obtenir un profil régulier et à corriger la cambrure des travées.

15.4.3.1.1 Coffrages en bois

Tous les coffrages doivent être faits de panneaux de contreplaqué d'une épaisseur minimale de 15 mm. Ces panneaux doivent mesurer au moins 2400 mm sur au moins 600 mm, partout où les dimensions le permettent. Les planches à rainures et à languettes sont permises pour les surfaces non apparentes.

Le bois doit être à l'état neuf. Les coins et les bords doivent être intacts et la surface doit être lisse.

15.4.3.1.2 Coffrages métalliques

Les coffrages métalliques doivent être soigneusement nettoyés avant leur utilisation, de façon à éliminer toute trace de rouille ou de détérioration. Leur surface doit être lisse et sans déformation.

15.4.3.1.3 Accessoires des coffrages

Les parois verticales des coffrages doivent être reliées l'une à l'autre au moyen d'attaches métalliques munies de bobines hélicoïdales à leurs extrémités et de cônes en plastique qui y sont vissés. La longueur du cône doit être choisie de façon à ce que la distance entre la surface de béton et l'extrémité des attaches se situe entre 25 et 50 mm. Le diamètre nominal des boulons d'attache des coffrages ainsi que des tiges centrales, comportant des filets continus machinés, doit être d'au moins 12 mm.

L'extrémité des attaches doit être galvanisée lorsque la nappe d'armature attenante au coffrage est en acier galvanisé.

Lorsque la tige centrale des attaches est fabriquée avec de l'acier à haute résistance sous forme de barres munies de crénelures sans bobines hélicoïdales aux extrémités, les attaches métalliques doivent avoir un diamètre nominal d'au moins 15 mm et les cônes en plastique, qui se vissent directement aux barres, peuvent avoir une longueur jusqu'à 100 mm. Pour ce type d'attache, lorsque l'armature de l'élément est galvanisée, la tige doit être coupée à la longueur désirée et ensuite galvanisée.

La capacité minimale des attaches des coffrages verticaux doit être de 20 kN en service. Les attaches doivent être disposées de façon à ne pas nuire à la mise en place du béton et être placées sur une même ligne verticale. Les attaches de coffrage doivent être positionnées à angle droit par rapport à la surface de béton. Les attaches métalliques



15 | Ouvrages d'art

doivent être en contact avec le béton sur toute leur longueur et ne doivent pas pouvoir être retirées. Aucune plaque ni aucun élément similaire ne doivent être présents entre le cône de plastique et la paroi du coffrage.

L'entrepreneur doit utiliser des selles commercialisées en acier ajustables en hauteur pour soutenir les coffrages d'une dalle sur poutres. Ces selles sont constituées de 2 tiges filetées droites sur toute leur longueur et soutenues par un support galvanisé situé au-dessus de la poutre. Ce support doit se prolonger à ses extrémités sous le niveau du dessus de la semelle supérieure des poutres lorsque les selles supportent un coffrage en porte-à-faux.

Les selles doivent être installées perpendiculairement à l'axe des poutres supportant un coffrage en porte-à-faux. Une fois le passage à vide terminé, les tiges filetées des selles doivent être coupées de façon à ne pas dépasser de plus de 25 mm le dessus des supports.

Seules les selles supportant un coffrage en porte-à-faux peuvent être munies d'une tige filetée amovible en forme de J, ou d'un crochet monolithique galvanisé, fixé sous la semelle supérieure de la poutre et uniquement du côté opposé au coffrage en porte-à-faux.

Les supports des coffrages en porte-à-faux doivent être appuyés sur la poutre de rive. Il est interdit de supporter les coffrages en porte-à-faux à partir du sol ou d'une unité de fondation.

Dans le cas des chasse-roues, trottoirs, pistes cyclables et glissières, ainsi que pour des éléments en béton précontraint en place, aucune attache ni aucune entretoise de coffrage ne doivent être placées dans le béton pour retenir les parois verticales des coffrages. De plus, aucune attache ne doit être fixée sur le côté extérieur de la dalle, y compris la dalle épaisse et la dalle de portique. Des pièces de renforcement doivent être installées à l'extérieur des coffrages afin d'en assurer le maintien intégral.

La paroi des coffrages de glissière attenante à un trottoir ou à une piste cyclable doit être fixée au moyen d'ancrages dans la dalle. Aucun ancrage ne doit être installé sur les trottoirs ou pistes cyclables dont la surface de béton demeure apparente.

Dans le cas de travaux de réparation avec coffrages et surépaisseur, les coffrages requis pour la mise en place de béton sur du béton existant doivent être maintenus en place à l'aide de tirants en acier conformes aux exigences suivantes :

- la profondeur minimale d'ancrage des tirants doit être de 200 mm;

- le diamètre minimal des tirants doit être de 12 mm;
- les tirants doivent être espacés d'une distance maximale de 600 mm de centre à centre, dans les deux directions;
- les tirants doivent être pourvus d'un cône en plastique à leurs extrémités attenantes aux coffrages;
- la longueur du cône doit être choisie de façon que la distance entre la surface de béton et l'extrémité des tirants se situe entre 25 et 50 mm. La partie métallique des tirants doit demeurer en place après l'enlèvement des coffrages;
- aucune plaque ni aucun élément similaire ne doivent être présents entre le cône de plastique et la paroi du coffrage;
- dans le cas des réparations effectuées en surplomb (face du dessous), les tirants doivent être ancrés au moyen d'une résine chimique, selon les exigences de l'article « Ancrages au moyen de résine chimique ».

Ces exigences sont minimales pour résister aux efforts engendrés par les travaux. Au besoin, l'entrepreneur doit augmenter le nombre et la capacité des tirants.

À défaut d'utiliser ces tirants pour maintenir en place les coffrages, des ancres au moyen de coulis cimentaire ou des ancres chimiques doivent être réalisés. Les tiges métalliques sont placées à une distance maximale de 600 mm de centre à centre dans les deux directions, et les crochets des tiges métalliques sont distancés de 50 mm du coffrage.

Dans le cas de travaux de réparation avec coffrages sans surépaisseur ou de réparation en profondeur d'une dalle, les coffrages doivent être fixés solidement pour empêcher les bavures sur le pourtour des surfaces à réparer. Après l'enlèvement des coffrages, ces surfaces doivent être dans le même plan que les surfaces environnantes. Si des tirants sont utilisés pour des travaux de réparation avec coffrages sans surépaisseur, ils doivent avoir les mêmes caractéristiques que pour les travaux de réparation avec coffrages et surépaisseur, sauf en ce qui concerne l'espacement.

L'extrémité des tirants et des ancres doit être galvanisée lorsque ces éléments demeurent dans le béton et que la nappe d'armature attenante au coffrage est en acier galvanisé.

Aucune soudure n'est permise sur une pièce d'un ouvrage en acier ou en aluminium pour fixer une attache de coffrage. Dans le cas de la réfection



15 | Ouvrages d'art

d'un côté extérieur d'une dalle sur poutres en béton, aucune attache de coffrage ne doit être fixée sur une poutre, à l'exception du dessus de celle-ci.

Aucune attache ni aucun tirant de coffrage positionnés à proximité de la surface du béton et parallèlement à celle-ci ne doivent être situés à l'intérieur de l'enrobage des armatures.

15.4.3.1.4 Préparation des coffrages

Les surfaces des coffrages doivent être traitées ou être badigeonnées d'un agent de démoulage commercialisé conçu pour prévenir l'adhérence du béton. Les coffrages doivent être badigeonnés avant leur mise en place, selon le taux d'application spécifié dans la fiche technique du produit à utiliser. L'agent de démoulage ne doit pas être en contact avec les armatures.

Le niveau des coulées doit être délimité par le dessus des coffrages ou par une moulure. L'usage de clous ou d'éléments similaires fixés dans le coffrage ou dans l'ouvrage existant est interdit.

Toutes les arêtes vives d'un ouvrage, à l'exception des semelles, des dalles de transition ainsi que des épaulements des joints de tablier à plus d'une garniture, doivent être chanfreinées, que les surfaces soient apparentes ou non. Les dimensions du chanfrein doivent être de 15 mm × 15 mm.

Selon les exigences des plans et devis, l'intérieur des coffrages doit être recouvert d'une doublure de coffrage. Le même type de doublure doit être utilisé pour un même ouvrage. La doublure de coffrage doit être tendue et fixée aux coffrages selon les indications contenues dans la fiche technique du fabricant. La doublure de coffrage ne doit pas être utilisée plus d'une fois.

Les panneaux de coffrage recouverts d'une doublure doivent être protégés des intempéries et gardés exempts de saleté, de terre, de peinture et d'huile jusqu'au bétonnage. La doublure doit être maintenue sèche jusqu'au bétonnage et protégée des éclaboussures lorsque des surfaces de béton existantes attenantes doivent être humidifiées.

La doublure ne doit former aucun plissement ni aucune poche lors du bétonnage et ne présenter aucun pli sur la surface de béton à la suite de son enlèvement après le décoffrage.

15.4.3.1.5 Nettoyage des coffrages

Après la mise en place des coffrages, l'entrepreneur doit les nettoyer à l'aide d'un jet d'air comprimé, d'un jet d'eau sous pression ou d'un aspirateur afin d'enlever toute glace, toute neige, tout débris et tout autre corps étranger. Les coffrages doivent également être libres de tous ces

éléments au moment de l'autorisation de bétonnage ainsi qu'au moment du bétonnage.

Le matériel utilisé pour le jet d'air doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel.

L'eau utilisée pour le nettoyage des coffrages doit être conforme aux exigences de la norme 3101 du Ministère concernant l'eau de gâchage.

15.4.3.1.6 Enlèvement des coffrages

Les coffrages doivent demeurer en place au moins 3 jours après le bétonnage de l'élément.

Les coffrages sont considérés comme enlevés lorsqu'ils sont desserrés ou qu'une partie de ceux-ci n'est plus en contact avec le béton.

Les exigences relatives à la cure du béton doivent s'appliquer au fur et à mesure de l'enlèvement des coffrages si ceux-ci sont enlevés avant la fin de la période de cure.

Tous les coffrages doivent être retirés de l'ouvrage.

Lorsque les selles sont munies de tiges filetées droites ou de tiges filetées en forme de J, ces tiges amovibles doivent être retirées au fur et à mesure de l'enlèvement des coffrages de la dalle. Les trous laissés sous la dalle par le retrait de ces tiges doivent être comblés par un mastic d'étanchéité conforme aux exigences de la norme ASTM C920 «Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants».

15.4.3.2 Étalement

L'étalement, y compris sa mise en œuvre, doit être conforme à la norme CSA S269.1 «Ouvrages provisoires et coffrages».

L'entrepreneur doit remettre au surveillant le plan de l'étalement. Après la construction de l'étalement, après son inspection au chantier par un ingénieur et avant le bétonnage, l'entrepreneur doit remettre au surveillant un avis écrit, signé par cet ingénieur, indiquant que l'étalement construit est conforme au plan soumis. Cet avis doit aussi mentionner la date et l'heure de l'inspection.

L'étalement doit être formé de supports prenant appui sur le sol. Il doit avoir une rigidité suffisante pour résister, sans tassement, déformation ou déflexion nuisibles à l'aspect final de l'ouvrage, aux charges, surcharges et efforts de toute nature qu'il est exposé à subir pendant l'exécution des travaux. Les étalements incluent aussi les éléments de soutien horizontaux ou inclinés servant à maintenir l'aplomb des coffrages ou des structures.



15 | Ouvrages d'art

Dans le cas des étalements pour les tabliers, l'étalement doit avoir une rigidité uniforme sur toute la largeur de l'ouvrage à bétonner.

L'entrepreneur doit prendre les dispositions nécessaires pour que l'étalement puisse permettre à la structure de subir le raccourcissement attribuable à la précontrainte lors de la mise en tension de l'armature de précontrainte.

L'étalement d'un ouvrage en béton armé ne doit être enlevé que lorsque le béton a atteint au moins 70 % de la résistance à la compression exigée à 28 jours. Dans le cas d'un ouvrage en béton précontraint, l'étalement ne doit être enlevé que lorsque le coulis d'injection a atteint une résistance à la compression de 20 MPa.

La résistance à la compression du béton doit être vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton de l'ouvrage.

L'étalement doit être enlevé complètement; si des pieux ont été plantés, ils doivent être arrachés.

15.4.3.3 Armature

Lorsque l'entrepreneur propose des modifications aux bordereaux d'armature des plans, il doit le faire au moyen d'un avis écrit au surveillant ou les mettre en évidence et les indiquer distinctement dans ses plans de pose d'armature.

Le pliage des armatures doit être fait mécaniquement et à froid, et être conforme à la norme 5101 du Ministère. Les tolérances concernant la longueur et le pliage des armatures spécifiées dans la figure 6-1 du *Manuel de normes recommandées* de l'Institut d'acier d'armature du Canada s'appliquent. Les diamètres minimaux de pliage ne peuvent cependant pas être réduits de plus de 10 %, jusqu'à concurrence de 25 mm.

Les armatures doivent être entreposées sur des éléments de bois de manière à éviter le contact avec le sol ou les contaminants et à éviter le contact prolongé avec l'eau ou la glace.

Dans le cas des barres en acier inoxydable, l'entrepreneur doit mettre en place des méthodes de transport, de manipulation et d'entreposage qui empêchent le contact direct de ces barres avec des matériaux en acier au carbone non revêtus.

Les armatures doivent être exemptes de saleté, de terre, de peinture, d'éclaboussure de béton durci provenant d'un bétonnage précédent, d'huile, et ne doivent pas être déformées ou tordues. Les armatures doivent être exemptes de feuillets de rouille à leur surface.

À moins d'une indication contraire dans la présente sous-section, les tolérances sur l'emplacement et l'enrobage de l'armature spécifiées dans la norme CSA A23.1 « Béton : Constituants et exécution des travaux » s'appliquent. Par contre, pour l'enrobage de l'armature d'une dalle (sur poutre, de portique, épaisse), la tolérance est de -5 mm et de +10 mm pour la nappe supérieure et de ± 8 mm pour la nappe inférieure.

Pour la mise en place des tiges d'ancrage de chaque appareil d'appui, l'entrepreneur doit utiliser un gabarit temporaire en acier qui doit demeurer en place jusqu'au durcissement du béton de l'unité de fondation ou du bloc d'assise.

Les boulons d'ancrage des appareils d'appui et des dispositifs de retenue doivent être installés de manière à ce que leurs alignements transversal et longitudinal soient à 3 mm du positionnement théorique des plans, et leur écart d'alignement vertical ne doit pas dépasser 1 mm dans 40 mm sur toute leur longueur.

La longueur minimale des barres d'armature doit être de 6 m partout où les dimensions des coffrages le permettent. À moins d'une indication contraire dans les plans et devis, les barres à relier entre elles à la suite de la réalisation des travaux en plusieurs phases distinctes doivent l'être par chevauchement, et la longueur minimale de chevauchement doit être de 600 mm. Les tolérances sur la fabrication et l'emplacement de l'armature ne peuvent en aucun cas permettre de réduire les longueurs de chevauchement exigées.

Lorsque les barres d'armature d'une pile sont mises en place avant les coffrages et que des éléments de support temporaire des armatures sont nécessaires, l'entrepreneur doit remettre au surveillant le plan décrivant le système de montage et de support des cages d'armature.

Les armatures de support ou de rigidification doivent être en acier galvanisé lorsque les armatures attenantes sont galvanisées. Les armatures de support et de rigidification des cages d'armature des pieux caissons ou des colonnes doivent être disposées de manière à ne pas nuire aux opérations lors du bétonnage ou empêcher la descente de la ligne de pompage jusqu'à la base de l'emboîture du pieu ou de la colonne.

Les barres d'armature doivent être solidement fixées au moyen de ligatures de fils d'acier pour éviter tout déplacement lors de la mise en place du béton. Elles doivent être attachées à tous les croisements si ces croisements sont à 300 mm ou

15 | Ouvrages d'art

plus de distance et à tous les 2 croisements si cette distance est moindre. Dans le cas de travaux de réparation, les barres sont fixées à chaque attache de coffrage.

Le fil d'acier utilisé pour lier les armatures doit être en acier recuit et avoir un diamètre d'au moins 1,6 mm (calibre 16). Le fil d'acier utilisé avec l'armature galvanisée doit être galvanisé. Le fil utilisé avec l'armature en acier inoxydable doit être en acier inoxydable. Les fils d'acier doivent être repliés de manière à avoir le même enrobage que celui qui est exigé pour les barres qu'ils fixent.

La soudure des barres d'armature est interdite, sauf pour la fixation des joints de tablier aux armatures en acier au carbone de la dalle.

Les barres d'armature existantes dont les attaches ont été altérées par les travaux de démolition doivent être remises dans leur position originale et fixées par ligature à chaque attache de coffrage, de façon à respecter la valeur d'enrobage exigée et une distance d'au moins 25 mm entre les barres et le béton à conserver.

Lors de travaux de réparation, l'entrepreneur doit, à la demande du surveillant, ajouter des barres d'armature si les barres existantes à conserver sont suffisamment amincies par la corrosion pour diminuer la capacité structurale de l'ouvrage. Ces armatures supplémentaires doivent être posées de façon à obtenir un chevauchement minimal de 600 mm. L'entrepreneur peut devoir démolir du béton sain pour respecter cette exigence.

15.4.3.3.1 Enrobage de l'armature

L'entrepreneur doit utiliser des cales d'espacement espacées à une distance maximale de 1200 mm de centre à centre, afin de maintenir les armatures à la distance requise des coffrages, du sol ou du béton existant :

- des espaceurs circulaires en plastique dont le centre est fixé à l'armature doivent être employés pour maintenir en position verticale les nappes d'armature constituées de barres 15M et 20M;
- des cales individuelles en plastique, supportant une barre, doivent être employées pour maintenir en position verticale les nappes d'armature constituées de barres 25M ou de plus grandes dimensions;
- des cales en plastique avec patins de glissement, permettant un glissement de la cage d'armature contre la paroi, doivent être employées pour les pieux caissons;

- des cales continues en plastique ou des cales continues en plastique avec fil recouvert de plastique, supportant toutes les barres de la nappe, doivent être employées pour maintenir en position horizontale la nappe d'armature qui est la plus rapprochée des coffrages ou du béton existant. Des cales individuelles en plastique ou des barres de support doivent être utilisées pour les autres nappes d'armature horizontales;
- des pavés conformes à la norme 3402 du Ministère doivent être employés dans le cas des semelles, des radiers et des dalles de transition pour la nappe inférieure. Des barres de support doivent être utilisées pour les autres nappes d'armature horizontales.

Dans le cas des nappes d'armature verticales, les cales d'espacement en plastique doivent être appuyées sur les barres qui sont situées les plus près de la surface des coffrages.

Les cales d'espacement en plastique utilisées doivent avoir une dimension qui correspond à l'enrobage théorique exigé pour l'armature. Sur les surfaces finies des éléments, le niveau du dessus des coffrages ou des moules indiquant le niveau des coulées doit faire en sorte que l'enrobage théorique minimal exigé pour les armatures est respecté.

Dans le cas de la construction de colonnes et de chevêtres d'une pile, le surveillant vérifie les dimensions hors-tout de l'armature mise en place des éléments indiqués dans l'avis de l'entrepreneur concernant la mise en place de l'armature. La dimension hors-tout maximale à respecter de l'armature correspond à la dimension hors-tout de l'élément de béton, de laquelle on soustrait, pour chaque face de béton, la valeur de l'enrobage indiquée aux plans et devis corrigée de la tolérance permise. Cette vérification est effectuée à raison de 2 mesures perpendiculaires pour chaque mètre de longueur de chevêtre ou de colonne. L'entrepreneur doit fournir au surveillant l'accès aux armatures à vérifier. Pour chaque mesure de la dimension hors-tout de l'armature excédant la dimension maximale, une retenue temporaire est effectuée. Cette retenue est évaluée à 50 \$ pour chaque millimètre excédentaire. Lorsque la dimension hors-tout de l'élément est égale ou inférieure à 100 mm, l'entrepreneur doit refaire la mise en place de l'armature. Après sa vérification, le surveillant remet à l'entrepreneur, dans un délai maximal de 24 heures à la suite de la réception de l'avis de l'entrepreneur, un avis écrit

15 | Ouvrages d'art

l'informant, le cas échéant, du montant total de la retenue temporaire pour l'ensemble des éléments concernés par l'avis de l'entrepreneur et, s'il y a lieu, des parties d'élément où la mise en place de l'armature doit être refaite. La retenue temporaire devient permanente à titre de dommages-intérêts liquidés si, au moment du bétonnage, la dimension hors-tout de l'armature excède la dimension maximale.

15.4.3.3.2 *Inspection de l'armature par l'entrepreneur et avis écrit*

Après la mise en place de l'armature d'une semelle, d'un pieu caisson, d'un tablier neuf, d'une dalle neuve, d'un élargissement de dalle ou de tablier, d'un chasse-roue ou d'une glissière, d'une culée, d'une pile, d'un mur de soutènement, d'un mur antibruit, d'un ponceau, d'un portique, d'une station de pompage, d'un tunnel, d'un quai, d'un élargissement d'une unité de fondation, après leur inspection au chantier par un ingénieur et avant le bétonnage, l'entrepreneur doit remettre au surveillant un avis écrit, signé par cet ingénieur, indiquant que l'armature et les tiges d'ancrage sont mises en place conformément aux exigences des plans et devis relatives à la provenance (aciérie), à la nuance, au type de protection de l'acier, au diamètre, à la longueur, à l'emplacement et à l'enrobage de chacune des barres ainsi qu'à l'espacement des ligatures. Cet avis doit aussi mentionner la date et l'heure de l'inspection. Dans le cas d'un élément vertical, l'avis est remis avant la pose des coffrages sur la dernière face principale de chaque partie d'élément. Dans le cas des tabliers de béton précontraint en place, l'avis doit indiquer que la position des gaines de précontrainte est conforme aux plans et devis. Cet avis n'est pas requis notamment pour les blocs d'assise, les joints de tablier et les réparations avec ou sans surépaisseur.

L'entrepreneur doit rédiger les avis sur le formulaire de l'annexe « Mise en place de l'armature – Avis de l'entrepreneur » du devis.

15.4.3.4 *Ancrages*

Les ancrages sont réalisés aux endroits indiqués aux plans et devis ou déterminés sur les lieux par le surveillant.

L'utilisation d'une foreuse avec une mèche au diamant ou une mèche ayant une pointe pouvant couper les armatures est interdite.

Dans le cas des ancrages utilisés en remplacement des tirants d'une réparation avec coffrages et surépaisseur, la tige métallique est une barre

d'armature 15M munie d'un crochet de 140 mm de longueur. Lorsque la tige métallique est filetée, elle doit être munie d'une rondelle et d'un écrou.

Les trous doivent être remplis jusqu'au fond avec le coulis cimentaire ou le produit d'ancrage chimique. Une tige métallique préalablement nettoyée et débarrassée de toute trace de graisse doit être insérée jusqu'au fond des trous remplis de coulis cimentaire ou de produit d'ancrage chimique.

La quantité de coulis cimentaire ou de produit d'ancrage chimique mise en place dans les trous doit être suffisante pour combler entièrement l'espace situé entre la tige métallique et le béton, et pour déborder du trou lorsque la tige métallique est mise en place.

15.4.3.4.1 *Ancrages au moyen de coulis cimentaire*

À moins d'une indication contraire dans les plans et devis, les caractéristiques des trous à forer pour les ancrages sont les suivantes :

- le diamètre du trou à forer doit être d'au moins 7 mm plus grand que le diamètre hors-tout de la tige métallique à insérer;
- la profondeur minimale doit être de 300 mm;
- les trous à forer sur des faces verticales doivent être inclinés de 15° par rapport à l'horizontale, l'orifice des trous étant au sommet.

L'utilisation des ancrages au moyen de coulis cimentaire en position au plafond est interdite.

Les parois des trous doivent être brossées, puis nettoyées à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 l/min, buse à jet circulaire concentré) du fond vers l'extérieur à deux reprises. L'eau résiduelle des trous doit être retirée immédiatement avant la mise en place du coulis.

La mise en place de la tige des ancrages doit se faire selon les exigences du fabricant du coulis et ne peut se faire que lorsque la température de l'air extérieur et du béton est supérieure à 5 °C. La température de l'air extérieur ne doit pas être susceptible de descendre en dessous de 5 °C dans un délai de 48 heures suivant la mise en place de la tige (selon les prévisions du bureau météorologique de la région).

15.4.3.4.2 *Ancrages au moyen de résine chimique*

L'entrepreneur doit remettre au surveillant, au moins 7 jours avant le forage des ancrages, la fiche technique des ancrages et de la résine employée.

15 | Ouvrages d'art

À moins d'une indication contraire dans les plans et devis, les caractéristiques des trous à forer pour les ancrages sont les suivantes :

- le diamètre du trou à forer doit être d'au moins 3 mm plus grand que le diamètre hors-tout de la tige métallique à insérer;
- la profondeur minimale doit être de 200 mm;
- les trous à forer sur des faces verticales doivent être inclinés de 15° par rapport à l'horizontale, l'orifice des trous étant au sommet.

Les parois des trous doivent être nettoyées selon les recommandations du fabricant des ancrages. Si un jet d'air est utilisé, ce dernier doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel. Les trous doivent être exempts d'eau au moment de la mise en place de la résine.

Pour les ancrages dont la profondeur du trou théorique est égale ou supérieure à 300 mm, ou pour les ancrages installés en position au plafond, l'entrepreneur doit utiliser un piston d'injection compatible avec le type de résine et le diamètre du trou utilisé. L'injection doit commencer au fond du trou et progresser vers l'extérieur.

15.4.3.5 Béton

L'entrepreneur doit remettre au surveillant, pour tous les éléments, les fiches descriptives des mélanges qu'il se propose d'utiliser ainsi que les certificats de conformité de l'usine, au moins 7 jours avant de procéder au bétonnage. Dans le cas où un essai de convenance est requis, les fiches descriptives des mélanges doivent être fournies au moins 14 jours avant de procéder à cet essai.

15.4.3.5.1 Préparation des surfaces à conserver

Une fois la démolition du béton terminée, un nettoyage doit être réalisé à l'aide d'un jet d'eau haute pression ou d'un jet d'abrasif humide sur :

- les barres d'armature devenues apparentes à la suite de la démolition du béton, de façon à enlever toute rouille, sauf si l'hydrodémolition est utilisée pour démolir le béton;
- les surfaces de béton à conserver, de façon à détacher toute particule n'adhérant pas à la surface, sauf si l'hydrodémolition est utilisée pour démolir le béton;
- les surfaces d'un ouvrage en acier ou en aluminium à conserver en contact avec le nouveau béton de façon à enlever tout résidu de béton et de rouille.

Le matériel utilisé pour le jet d'abrasif humide doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel.

Lorsque les surfaces des armatures apparentes ou de l'ouvrage en acier à conserver sont galvanisées ou métallisées, le nettoyage doit être effectué avec un jet d'eau haute pression.

Les surfaces de béton en contact avec le nouveau béton doivent ensuite être débarrassées de tout débris à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 l/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton de 150 mm à 200 mm).

Les surfaces de béton doivent être humidifiées jusqu'à saturation, mais elles doivent être sèches en surface au moment de la mise en place du nouveau béton.

L'eau utilisée pour le nettoyage et l'humidification des surfaces doit être conforme aux exigences de la norme 3101 du Ministère concernant l'eau de gâchage.

15.4.3.5.2 Autorisation de bétonnage

L'entrepreneur doit donner un avis écrit d'au moins 24 heures au surveillant pour préciser la date et l'heure du bétonnage d'une partie quelconque d'un ouvrage, la séquence et le mode de mise en place qu'il se propose de suivre pour les divers composants de l'ouvrage et indiquant que les coffrages et les armatures sont mis en place selon les exigences. Lorsque requis, cet avis doit être accompagné des avis relatifs à la conformité de la mise en place des armatures et des coffrages.

Entre le 15 octobre et le 15 avril, lorsque la fiche descriptive du mélange indique l'utilisation d'eau recyclée, un certificat d'analyse de l'eau recyclée datant de moins de 7 jours doit être remis sur demande du surveillant avec l'avis de bétonnage.

Si la mise en place est faite au moyen d'une pompe à béton, l'information relative au type d'équipement utilisé ainsi qu'à la configuration de la conduite de la pompe doit être transmise par écrit au surveillant au moins 14 jours avant le début de la coulée.

Le surveillant autorise le bétonnage d'une partie quelconque d'un ouvrage lorsque la fiche descriptive du mélange est acceptée, que tous les coffrages, les armatures, les surfaces de béton apparentes et tout autre élément à recouvrir de béton, pour cette partie de l'ouvrage, sont bien en place, nettoyés et propres, que le matériel et les matériaux nécessaires à la mise en place, à la cure et à la protection du béton par temps froid sont sur



15 | Ouvrages d'art

les lieux, et que, lorsque requis, le certificat d'analyse de l'eau recyclée, l'avis relatif à la conformité de la mise en place des armatures et l'avis relatif aux coffrages sont remis au surveillant.

Le bétonnage des blocs d'assise n'est autorisé qu'une fois le béton de l'unité de fondation durci. Le bétonnage des chasse-roues, des trottoirs, des glissières et des pistes cyclables n'est autorisé qu'une fois le béton de la dalle durci et, dans le cas d'un tablier ou d'une dalle sur poutres précontraint en place, qu'après l'exécution de la précontrainte. Le bétonnage des éléments en béton situés de part et d'autre d'un joint de construction est autorisé en alternance; le bétonnage du second élément n'est donc autorisé qu'une fois le béton du premier élément durci.

Le surveillant remet à l'entrepreneur un avis écrit l'autorisant à procéder au bétonnage de cette partie de l'ouvrage.

Il est interdit de commencer les travaux de bétonnage sans cette autorisation écrite préalable du surveillant.

15.4.3.5.3 Joints de construction

Les joints horizontaux doivent être de niveau, égalisés et délimités par un chanfrein ou une baguette qui assure une ligne droite à cet endroit. Les joints verticaux doivent être exécutés de façon à produire une surface de contact parfaitement verticale.

Les surfaces de béton durci des joints de construction et des niches du béton précontraint doivent être traitées au jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 l/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton de 150 à 200 mm) avant de procéder à la mise en place subséquente de béton de façon à obtenir une surface exempte de débris. Dans le cas des joints verticaux, les surfaces sont traitées avant de procéder à la mise place des armatures et des coffrages attenants au joint et avant de procéder à la mise en place subséquente de béton. Les surfaces de béton âgées de plus de 14 jours doivent être humidifiées jusqu'à saturation, mais elles doivent être sèches en surface au moment de la mise en place du nouveau béton. L'eau utilisée pour le nettoyage et l'humidification des surfaces doit être conforme aux exigences de la norme 3101 du Ministère concernant l'eau de gâchage.

Toute éclaboussure de béton provenant d'un bétonnage précédent et qui aurait séché sur les armatures et les coffrages doit être enlevée avant de procéder au bétonnage.

Les coffrages au joint doivent être resserrés avant de déposer le nouveau béton. Les barres d'armature partiellement mises en place dans le béton ne doivent pas être pliées.

Tout joint non prévu aux plans et devis est interdit, à moins d'une approbation écrite du surveillant, préalable à l'avis de bétonnage. Lorsqu'un joint est approuvé, ce dernier doit être exécuté selon les instructions du surveillant.

15.4.3.5.4 Transport du béton plastique

Le matériel utilisé pour le transport du béton doit assurer une alimentation suffisante et continue du béton pour éviter des joints de construction non prévus causés par la prise initiale du béton déjà en place.

Le matériel de manutention doit être en bon état de fonctionnement, exempt de béton durci ou d'autres corps étrangers. Il ne doit pas transmettre de vibrations nuisibles au béton plastique mis en place ni déformer ou désaligner les coffrages.

Le matériel de manutention doit permettre le déversement du béton verticalement dans les coffrages.

Lorsque des agglomérations de constituants sont observées dans le béton frais, à la sortie du camion malaxeur, elles doivent être retirées et mises au rebut.

Pour tous les bétons mis en place au moyen d'une pompe à béton, une section réductrice localisée à la fin de la conduite de la pompe, telle qu'elle est décrite pour l'essai de convenance, doit être utilisée. La pompe à béton doit être équipée d'un dispositif de fermeture permettant de maintenir sa conduite pleine en tout temps en amont du dispositif, lors des arrêts de pompage. Le type de dispositif de fermeture et sa disposition doivent être les mêmes qu'à l'essai de convenance. Ce dispositif doit être actionné lors de chaque arrêt de la pompe afin de maintenir la conduite de la pompe pleine en tout temps. Dans tous les cas, le premier 0,5 m³ de béton ou de mortier pompé au début de l'utilisation d'une pompe à béton doit être rejeté.

Le bétonnage des pieux caissons doit être effectué à l'aide d'une pompe à béton. La mise en place du béton jusqu'à la cote d'arasement du tube doit être effectuée sans interruption.

15.4.3.5.5 Mise en place du béton plastique

Il est interdit d'entreprendre les travaux de mise en place du béton d'une dalle, d'un trottoir ou d'une piste cyclable lorsqu'il y a des précipitations sous forme de pluie, de bruine, de neige ou de grêle. Si les

15 | Ouvrages d'art

précipitations surviennent au cours du bétonnage, l'entrepreneur doit cesser le bétonnage, réaliser un joint de construction selon les instructions du surveillant et protéger efficacement le béton déjà mis en place des effets des précipitations jusqu'à ce qu'il ait suffisamment durci.

Pour les autres ouvrages, l'entrepreneur doit éviter l'accumulation d'eau à la surface du béton en cours de bétonnage et protéger la surface du béton des précipitations ou de tout autre apport d'eau pendant les étapes de finition du béton jusqu'au début de la cure.

Les bétons de types XIV-R et XIV-C doivent être placés à moins de 10 m de leur position définitive. Tous les autres types de bétons doivent être placés en couches horizontales d'une épaisseur maximale de 500 mm et à moins de 1,5 m de leur position définitive.

Le béton de type XI utilisé pour le bétonnage d'un pieu tubulaire asséché et muni d'une pointe à sa base peut être mis en place en chute libre à partir de la tête du pieu. Une goulotte de centrage doit être utilisée pour la section comportant des armatures en tête de pieu si ces armatures sont en place au moment du bétonnage. Le béton de la partie supérieure du pieu, qui contient les armatures, doit être vibré.

Aucune chute libre n'est permise pour le béton mis en place sous l'eau. La hauteur de chute libre de tous les autres types de bétons ne doit pas dépasser 1,5 m.

Dans le cas du bétonnage d'une dalle (sur poutres, épaisse et de portique) ou d'un portique s'effectuant sans joints de construction entre les béquilles et la dalle, l'entrepreneur doit prendre les dispositions pour que l'approvisionnement en béton et le matériel nécessaire à la mise en place assurent de maintenir un taux de pose de béton d'au moins 20 m³/h.

Un délai maximal de 120 minutes, à partir du moment de malaxage initial jusqu'au déchargement complet, doit être respecté. La pertinence d'une exemption à ce délai (à l'aide d'un retardateur de prise) doit être démontrée et approuvée par le surveillant avant le début des travaux.

15.4.3.5.6 Mise en place du béton plastique des dalles

L'entrepreneur doit aussi se conformer aux exigences qui suivent lors de la construction d'une dalle.

a) Pontage

Une fois la mise en place des poutres terminée, et avant d'entreprendre toute autre opération relative à la mise en place des coffrages de la dalle, l'entrepreneur doit installer un pontage entre les poutres vis-à-vis des voies de circulation (routières, piétonnes, cyclables, ferroviaires ou autres) sous l'ouvrage, y compris leurs accotements, qui vont demeurer ouvertes à la circulation pendant la mise en place des coffrages ou du bétonnage de la dalle. Dans le cas de la démolition d'une dalle sur poutres, le pontage est mis en place avant d'entreprendre la démolition.

La conception du pontage doit notamment tenir compte des exigences suivantes :

- les efforts à considérer sont tous ceux qui surviennent aux différentes étapes de construction conformément à la norme CSA S269.1 «Ouvrages provisoires et coffrages», y compris les efforts attribuables au vent établis en fonction d'une période de retour de 10 ans, d'un coefficient de rafale (Cg) de 2 et d'un coefficient de pression extérieure horizontale (Cp) de 2. Pour tenir compte des surcharges locales engendrées par la circulation sous le pont, les pressions de calcul du vent doivent être augmentées de 0,24 kPa perpendiculairement à l'ouvrage. De plus, le pontage doit être conçu pour éviter tout soulèvement;
- le pontage doit prendre appui sur le dessus des semelles inférieures des poutres. Dans le cas de poutres rectangulaires en béton, le dessous du pontage doit se situer plus haut que le dessous des poutres;
- le plancher du pontage doit être étanche, autant entre les panneaux qu'en bordure des poutres, et fixé aux solives sur lesquelles il repose;
- les modes de fixation du pontage ne doivent pas endommager les éléments du pont. Le perçage des éléments du pont ou la fixation à ceux-ci au moyen de soudures sont notamment interdits. Par contre, dans le cas de poutres rectangulaires en béton, le pontage est fixé dans la partie supérieure des poutres selon les exigences relatives aux dispositions diverses de la section «Ouvrages d'art».

L'entrepreneur doit fournir au surveillant le plan du pontage à construire. Après la construction du pontage, et après inspection au chantier par un ingénieur, l'entrepreneur doit remettre au surveillant

15 | Ouvrages d'art

un avis écrit signé par cet ingénieur indiquant que le pontage construit est conforme au plan soumis. Cet avis doit aussi mentionner la date et l'heure de l'inspection.

Le pontage doit demeurer en place jusqu'à au moins 24 heures suivant la fin du bétonnage de la dalle.

b) Rails de roulement

La finisseuse automotrice et la règle vibrante doivent se déplacer sur des rails de roulement. Ces rails doivent être parallèles entre eux, sauf lorsque la zone à bétonner est de largeur variable. Chaque section de rail est fabriquée à partir d'un tube d'acier d'un diamètre d'au moins 50 mm et d'une épaisseur de paroi suffisante pour éviter le fléchissement du rail sous le poids de la finisseuse automotrice ou de la règle vibrante. La continuité des rails est assurée par un assemblage mâle-femelle entre les sections de rails.

Les rails de roulement doivent être déposés sur des supports en acier ajustables en hauteur, espacés d'une distance maximale de 900 mm dans le cas d'une finisseuse automotrice et de 1200 mm dans le cas d'une règle vibrante. Dans le cas d'une finisseuse automotrice pour les ponts sans partie courbe, les rails doivent être fixés solidement aux supports en acier ajustables et les supports doivent être fixés solidement aux coffrages, de manière à empêcher le soulèvement des rails par rapport aux supports ajustables et aux coffrages lors du déplacement de la finisseuse automotrice.

Dans le cas d'une dalle sur poutres, les supports mis en place sur une poutre doivent être soudés aux goudons d'une poutre en acier ou aux étriers d'une poutre en béton. Ces soudures ne doivent pas se situer à moins de 25 mm du dessus d'une poutre en acier. Lorsque ces supports sont situés dans une portion de dalle devant être recouverte d'un trottoir ou d'une piste cyclable en surépaisseur, ils doivent être installés de manière à obtenir un enrobage minimal de 125 mm avec le dessus du trottoir ou de la piste cyclable. Si requis, ces supports doivent être coupés à la meule pour respecter cette exigence.

À moins d'une indication contraire aux plans et devis, les rails de roulement doivent être situés à l'extérieur de la zone à bétonner, à l'arrière de l'emplacement prévu du chasse-roues ou de la glissière en béton.

Les rails de roulement doivent excéder chacune des extrémités de la dalle ou partie de dalle à bétonner d'une distance minimale de 3 m. Cette

distance est requise pour permettre à la finisseuse automotrice ou à la règle vibrante de couvrir toute la zone à bétonner pour faire en sorte que ces équipements soient situés, avant et après le bétonnage, en dehors de cette zone. Les coffrages à l'extrémité de la dalle ainsi que les armatures du garde-grève ne doivent pas empêcher le libre passage de la finisseuse automotrice ou de la règle vibrante.

c) Matériel

Selon les stipulations des plans et devis, la finition du béton de la dalle doit être réalisée au moyen d'une finisseuse à béton automotrice commercialisée ou d'une règle vibrante commercialisée.

La finisseuse automotrice doit être équipée d'un module mobile comprenant deux vis sans fin, deux rouleaux lisses, une boîte vibrante et un dispositif de bombement permettant d'ajuster la pente des rails du module; ce dispositif doit également être prévu pour compenser la perte de cambrure du portique de la finisseuse lorsque la largeur à bétonner excède 6 m et que le profil transversal est en dévers. Lorsque la distance entre les rails de roulement excède 18 m, un treillis de stabilisation mis en place sur le dessus de la finisseuse, ou une finisseuse avec une hauteur de pont roulant augmentée selon les indications du fabricant de la finisseuse, doit être utilisé. Les ajustements de la finisseuse automotrice et son opération pendant le passage à vide et le bétonnage doivent être confiés à un opérateur qualifié relevant du propriétaire de la finisseuse.

Deux plates-formes de travail doivent être utilisées : une pour effectuer la finition manuelle du béton et une autre pour procéder à la cure du béton et à la mise en place de la protection par temps froid. Ces plates-formes doivent être équipées de roues métalliques et doivent se déplacer sur les rails de roulement utilisés par la finisseuse automotrice ou la règle vibrante. La rigidité des plates-formes doit être suffisante pour résister à une charge de 200 kg tout en maintenant un dégagement variant de 100 à 150 mm entre la plate-forme et le profil prévu du dessus de la dalle.

d) Ajustement des coffrages, des rails de roulement et de la finisseuse automotrice ou de la règle vibrante

Les coffrages doivent être ajustés de façon à obtenir l'épaisseur de dalle et le profil longitudinal final spécifiés dans les plans et devis. Dans le cas d'une dalle sur poutres, l'entrepreneur doit prévoir des goussets de hauteur variable au-dessus des poutres. Ces hauteurs doivent être évaluées avant



15 | Ouvrages d'art

la mise en place des coffrages et des armatures de la dalle, à chaque dixième de travée, jusqu'à concurrence de 5 m de distance, le tout par l'entrepreneur en tenant compte du relevé de niveaux du dessus des poutres en place, de la perte de cambrure des poutres sous la charge morte (dalle, goussets, chasse-roues, trottoirs, pistes cyclables, glissières, enrobé, etc.) et d'autres effets inscrits aux plans, notamment le retrait, du profil longitudinal final et des autres caractéristiques géométriques du tablier indiquées aux plans.

La perte de cambrure des poutres à utiliser pour l'évaluation des goussets est indiquée aux plans. Dans le cas d'un ouvrage construit sur étalement, il faut ajouter la valeur de l'affaissement de l'étalement pendant le bétonnage à la cambrure de construction du tablier indiquée aux plans.

Dans le cas d'une dalle à reconstruire, l'entrepreneur doit, pour chaque phase des travaux et au centre de chaque travée, faire un relevé du dessus de chaque poutre comprise dans la phase en cours, et sur la poutre attenante des phases contiguës, avant et après la démolition de la dalle. De plus, après la démolition de la dalle, le relevé doit inclure le niveau du dessus des poutres à chaque dixième de travée jusqu'à concurrence de 5 m de distance. L'entrepreneur doit procéder à la démolition de la dalle sur au moins 2 travées situées de part et d'autre d'une travée d'un pont à poutres à plus d'une travée avant d'effectuer son relevé. Dans le cas d'un relevé à effectuer sur des poutres en béton, le relevé doit être réalisé sur le dessous des poutres lorsqu'il n'est pas possible de localiser précisément l'interface de la dalle et des poutres. Le surveillant transmet à l'entrepreneur, au plus tard 5 jours après la réception du relevé, l'information suivante nécessaire à l'évaluation par l'entrepreneur des goussets et du profil des rails de roulement :

- les profils transversal et longitudinal du dessus de la dalle à la ligne de centre et aux côtés extérieurs de la dalle, ou de la partie de dalle à bétonner;
- la perte de cambrure des poutres au droit des rails de roulement.

Une fois la mise en place des coffrages terminée, l'entrepreneur doit ajouter des barres d'armature pour relier la dalle aux poutres lorsque la distance entre le dessus de la barre transversale de la nappe inférieure d'armature de la dalle et le dessous de la tête des goujons ou des étriers des poutres est inférieure à 25 mm. Ces barres doivent être positionnées à moins de 30° par rapport à la verticale;

la partie supérieure des barres doit se situer entre les 2 rangs d'armature longitudinale de la dalle, et la partie inférieure des barres doit être à au moins 25 mm au-dessus des poutres. La quantité d'armature ajoutée correspond à celle déjà spécifiée aux plans et devis, le cas échéant, ou à celle que doit déterminer le concepteur pendant les travaux. Les barres ajoutées doivent être galvanisées lorsque les barres d'armature de la dalle sont galvanisées.

Les rails de roulement doivent être ajustés, à l'aide d'un niveau d'arpentage, à chaque dixième de travée, jusqu'à concurrence de 5 m de distance, de façon à obtenir le profil longitudinal final du dessus de la dalle. Le profil longitudinal des rails de roulement est calculé par l'entrepreneur à partir du profil longitudinal final prévu, de la perte de cambrure des poutres ou du tablier sous la charge morte et d'autres effets inscrits aux plans, notamment le retrait. Dans ce calcul de profil longitudinal des rails, l'entrepreneur doit aussi considérer l'effet de la perte de cambrure sous la charge morte déjà présente (pontage, coffrages, armatures, etc.) en travée au moment où les rails seront implantés à partir d'un relevé d'arpentage. Dans le cas de travaux de remplacement de dalle réalisés en phases, le profil du rail s'appuyant sur le béton d'une phase déjà terminée doit être le même que celui de ce béton.

L'entrepreneur doit remettre au surveillant le profil calculé des rails de roulement au moins 7 jours avant le bétonnage de la dalle. Il doit par la suite procéder à l'ajustement des supports intermédiaires au moyen d'une corde ou par arpentage.

Avant de procéder au bétonnage d'une dalle, l'entrepreneur doit, en présence du surveillant, ajuster la finisseuse automotrice ou la règle vibrante pour que le niveau du béton fini épouse parfaitement le profil transversal prévu. Cet ajustement est effectué à partir d'une corde installée à l'aide d'un niveau d'arpentage; la pente de la corde doit être celle indiquée aux plans, au chaînage où la corde est mise en place. Dans le cas d'un tablier avec biais où l'équipement de finition n'est pas installé parallèlement à ce biais ou pour des travaux de remplacement de dalle réalisés en phases, la pente de la corde doit être égale à celle indiquée aux plans, corrigée en fonction de la différence de perte de cambrure des poutres supportant les rails de roulement.

Lorsqu'une finisseuse automotrice est utilisée pour une dalle sur poutres et que les rails de roulement sont localisés sur des coffrages en porte-à-faux ayant une largeur de plus de 750 mm,



15 | Ouvrages d'art

l'entrepreneur doit mesurer la déflexion du coffrage sous le poids de la finisseuse et valider que cette valeur correspond à celle de la note de calcul qu'il a remise au surveillant. Cette valeur de déflexion mesurée en chantier doit être inférieure ou égale à celle générée par le poids de la finisseuse automotrice à la note de calcul avant que l'entrepreneur ne soit autorisé à poursuivre avec l'étape du passage à vide.

L'entrepreneur doit ensuite effectuer, en présence du surveillant, un passage à vide lorsque toute l'armature de la dalle est mise en place. Il doit aviser le surveillant par écrit, au moins 24 heures à l'avance, en précisant la date et l'heure du passage à vide. Le dessus de l'armature doit être situé, par rapport au coffrage, à une hauteur correspondant à l'épaisseur de la dalle moins 60 mm en tenant compte de la tolérance permise pour ces armatures définies à l'article sur les armatures de la présente section.

L'épaisseur de la dalle et l'enrobage de la nappe supérieure d'armature doivent être vérifiés lors du passage à vide en installant un gabarit de 55 mm de hauteur sous l'équipement de finition (60 mm moins la tolérance d'enrobage). L'épaisseur de la dalle est mesurée entre le dessus du gabarit et le dessus du coffrage, avec une tolérance de -5 mm et de +10 mm. L'enrobage de la nappe supérieure d'armature est, quant à lui, jugé conforme lorsque le gabarit peut demeurer en place sans pivoter lors du passage à vide.

Dans le cas d'un pont comportant plusieurs travées, le passage à vide doit être réalisé sur les travées à bétonner et sur au moins les 2 travées suivantes, qu'il y ait ou non des joints de tablier prévus aux plans.

Le passage à vide est effectué près des côtés extérieurs de la dalle à bétonner et de part et d'autre des poutres; dans le cas d'un ouvrage construit sur étalement, la distance maximale entre deux lignes longitudinales de vérification est de 2 m. Le passage à vide d'un pont partiellement ou entièrement en courbe ayant une transition sur le pont du profil transversal, d'un bombement vers un dévers, doit être effectué transversalement à la dalle à tous les mètres de longueur de dalle en ajustant la hauteur du point haut transversal de la finisseuse automotrice ou de la règle vibrante pour obtenir le profil transversal demandé aux plans. Des corrections doivent être apportées au besoin à l'armature, aux coffrages, à la finisseuse automotrice ou à la

règle vibrante; après ces corrections, un nouveau passage à vide de la finisseuse automotrice ou de la règle vibrante doit être effectué.

Une fois le passage à vide sur la dalle terminé et conforme en tout point, l'entrepreneur doit :

- ajuster le niveau du dessus des coffrages d'extrémité, pour permettre le passage de l'équipement de finition;
- ajuster le niveau du dessus des drains au moyen de l'équipement de finition en utilisant le gabarit comme guide;
- marquer au crayon-feutre les barres d'armature verticales intérieures des chasse-roues, glissières, trottoirs et pistes cyclables au niveau correspondant à celui du dessus de la dalle projetée, qui doit être en tout point parallèle à celui des rails de roulement. Le marquage doit considérer l'épaisseur réelle de la dalle de même que la déflexion du porte-à-faux calculée sous le poids du béton qui doit y être ajoutée. Une barre sur trois doit être marquée, de manière à pouvoir indiquer aux finisseurs le niveau fini du béton dans cette zone. En remplacement du marquage des armatures, l'entrepreneur peut fixer des repères ou des guides temporaires, dans la mesure où ceux-ci n'endommagent pas les armatures et ne nuisent pas aux opérations de finition du béton.

L'ajustement de la finisseuse automotrice ou de la règle vibrante, y compris le passage à vide, doit être terminé au moins 24 heures avant le début du bétonnage de la dalle, sauf dans le cas d'un tablier neuf composé de poutres en béton, où cette opération doit être terminée au moins 24 heures avant le bétonnage de tout diaphragme permanent.

Dans le cas d'une dalle sur poutres et lorsque les rails de roulement sont localisés sur les coffrages en porte-à-faux, l'entrepreneur doit mesurer la déflexion du coffrage sous le poids du béton et lever le niveau de la finisseuse automotrice ou de la règle vibrante d'une valeur équivalant à cette déflexion.

e) Bétonnage

Dans le cas d'une dalle sur poutres d'acier à travées continues, les poutres, les contreventements, les diaphragmes et les plaques des joints d'assemblage de toutes les travées continues doivent être installés et entièrement assemblés (serrage final) avant le bétonnage de la dalle selon la séquence indiquée aux plans et devis.

15 | Ouvrages d'art

L'entrepreneur doit soumettre au surveillant pour approbation, au moins 14 jours avant le bétonnage d'une dalle sur poutres d'un pont à plus d'une travée, la séquence de bétonnage qu'il se propose d'utiliser si celle-ci est différente de celle indiquée sur les plans ou si aucune séquence de bétonnage n'est prévue dans les plans. La séquence de bétonnage doit préciser le taux de pose minimal de béton que l'entrepreneur se propose d'utiliser. Lorsque la séquence de bétonnage prévoit le bétonnage de la dalle en continu au-dessus d'un appui et qu'il n'y a pas de joint de tablier prévu à cet appui, ce taux de pose doit être suffisant pour permettre la mise en place d'au moins 75 % du volume de béton de la travée la plus longue du pont pendant une période maximale de 2 heures. Dans les cas d'une dalle sur poutres d'acier où un béton sans retardateur de prise est utilisé, d'une reconstruction de dalle réalisée en phases ou d'une reconstruction de dalle où la première séquence de bétonnage est centrée sur des piles, la séquence de bétonnage indiquée aux plans ne doit pas être modifiée; par contre, pour ces cas, si aucune séquence de bétonnage n'est indiquée aux plans, la séquence de bétonnage est fournie par le surveillant.

Le bétonnage doit s'effectuer à partir du point le plus bas de la zone à bétonner. Dans le cas d'un pont ayant un profil longitudinal convexe avec une pente longitudinale en tout point inférieure ou égale à 2 %, le bétonnage peut s'effectuer à partir de l'une ou l'autre des 2 extrémités du pont. Par contre, si la pente longitudinale en un point quelconque de la dalle est supérieure à 2 %, le bétonnage doit s'effectuer à partir du point bas correspondant à chacune des extrémités du pont.

Le bétonnage d'une dalle d'un pont partiellement ou entièrement en courbe ayant une transition sur le pont du profil transversal, d'un bombement vers un dévers, doit être effectué en ajustant, à tous les mètres de longueur de dalle, la hauteur du point haut transversal de la finisseuse automotrice ou de la règle vibrante pour obtenir le profil transversal demandé aux plans.

Les diaphragmes permanents doivent être bétonnés et avoir une résistance minimale à la compression de 10 MPa avant de commencer le bétonnage de la dalle, sauf les diaphragmes aux piles, où il n'y a pas de joint de tablier, qui doivent être bétonnés en même temps que la dalle. Lorsque les travaux sont réalisés en phases, les diaphragmes en béton reliant les poutres situées de part et d'autre du joint

de coulée d'une dalle doivent être bétonnés en même temps que la dalle située au-dessus.

L'avant de la finisseuse automotrice doit être abaissé afin d'établir l'angle d'attaque des rouleaux lisses avant de commencer le bétonnage.

La zone de béton plastique déposé à l'avant de la finisseuse automotrice ou de la règle vibrante ne doit pas excéder une distance de 3 m.

À l'arrière de la finisseuse automotrice ou de la règle vibrante, il est interdit de circuler sur le béton frais et sur les armatures partiellement enrobées dans le béton frais.

L'entrepreneur doit s'assurer que les trous des drains situés au droit du dessus de la dalle demeurent libres de tout béton avant le durcissement du béton.

Lorsque l'entrepreneur doit interrompre le bétonnage d'une dalle sur poutres pour une raison imprévue, il doit réaliser un joint de construction. Ce joint doit être réalisé selon l'axe du biais (parallèlement à l'axe des appuis) au moyen de tiges de support en mousse de polyéthylène installées sous le rang inférieur d'armature et entre les deux rangs d'armature; une pièce de bois doit aussi être posée sur le rang supérieur d'armature. Les matériaux requis pour réaliser un joint de construction imprévu doivent être sur le chantier avant le début du bétonnage.

Dans le cas d'une dalle sur poutres et lorsque les rails de roulement sont localisés sur une poutre, les sections de rails et la partie supérieure des supports doivent être enlevées après le durcissement du béton. Les trous laissés par l'enlèvement des supports doivent être comblés de béton lors du bétonnage des chasse-roues, des glissières, des trottoirs ou des pistes cyclables.

La finisseuse automotrice ou la règle vibrante ne doit pas être déplacée sur les coffrages en porte-à-faux supportant un béton ayant entre une et 48 heures d'âge, notamment en fin de bétonnage d'une dalle ou d'une étape de bétonnage prévue à la séquence de bétonnage de celle-ci. Dans ce dernier cas, la finisseuse automotrice ou la règle vibrante ne doit pas s'approcher à moins de 5 m du béton ayant moins de 48 heures d'âge.

15.4.3.5.7 Vibration du béton

Des vibrateurs internes doivent être utilisés pour la consolidation du béton, en tenant compte de la dimension et de l'espacement des barres

15 | Ouvrages d'art

d'armature à l'intérieur des coffrages. Les caractéristiques des vibrateurs à utiliser et le taux de mise en place du béton par vibreur doivent répondre aux exigences du tableau suivant.

Fréquence minimale pendant l'immersion dans le béton (Hz)	Diamètre de la tête du vibreur (mm)	Taux de mise en place par vibreur (m³/h)
170 à 250	20 à 40	1 à 4
150 à 225	30 à 60	2 à 8
130 à 200	50 à 90	5 à 15

Dans le cas des chasse-roues, des trottoirs, des pistes cyclables en surépaisseur au-dessus d'une dalle et des épaulements de joint de tablier, le diamètre de la tête du vibreur ne doit pas être supérieur à 30 mm.

Un vibreur de recharge doit être disponible sur le chantier pour chaque diamètre de tête de vibreur présent sur le chantier.

Les vibrateurs doivent être utilisés de façon systématique et selon des espacements tels que les zones d'influence puissent se chevaucher et de manière que le vibreur pénètre dans la partie supérieure de la couche de béton précédente, sous l'effet de son propre poids et de la vibration.

Le vibreur doit être introduit dans le béton selon un plan aussi vertical que possible et doit être retiré du béton lentement, à la verticale, afin de faciliter l'évacuation des bulles d'air emprisonnées.

Le vibreur doit être introduit, en quelque point que ce soit, jusqu'à la consolidation complète du béton, mais pas au point de provoquer la ségrégation du béton.

Les vibrateurs ne doivent être utilisés que pour la consolidation.

Les bétons de type XIV-C, XIV-R et XIV-S ne doivent pas être vibrés. Le béton de type XV ne doit pas être vibré sauf pour les pieux caissons lorsque sa surface est hors de l'eau, une fois toute la laitance et tout le béton lessivé évacués de cette surface, comme il est précisé à l'article « Bétonnage sous l'eau ».

Le béton de type XVII doit être vibré légèrement.

15.4.3.5.8 Finition du béton

Les surfaces de béton non coffrées, à l'exception des dalles, doivent être arasées au moyen d'une règle droite, puis finies à l'aide d'un outil à

aplanir de façon à éliminer les saillies et les crêtes, et à remplir les vides et les creux laissés à la surface de béton par l'arasement. L'outil utilisé pour aplanir le béton doit être fabriqué d'un alliage d'aluminium ou de magnésium.

Dans le cas des dalles, la finition du béton est faite à partir d'une plate-forme de travail; celle-ci doit être équipée de roues métalliques et doit se déplacer sur les rails de roulement utilisés par la finisseuse automotrice ou la règle vibrante. À partir de la plate-forme de travail, un polissage final au moyen d'un aplanissoir doit être effectué transversalement à la dalle sur toute la superficie bétonnée. L'aplanissoir doit être fabriqué d'un alliage d'aluminium ou de magnésium. Ce polissage doit être réalisé au fur et à mesure de l'avancement des travaux et à moins de 6 m de l'arrière de la finisseuse automotrice ou de la règle vibrante; en cas d'arrêt des travaux, le polissage doit être réalisé moins de 45 minutes après la mise en place du béton.

La finition du béton situé près des côtés extérieurs de la dalle doit être faite manuellement au fur et à mesure de l'avancement de la finisseuse automotrice ou de la règle vibrante et de façon à prolonger la pente transversale établie. L'entrepreneur doit s'assurer que la hauteur entre le dessus des rails de roulement et le dessus de la dalle adjacente est constante en tout point. Les outils de finition doivent être fabriqués d'un alliage d'aluminium ou de magnésium.

La qualité de la finition du béton de la dalle doit respecter les exigences concernant la pose d'une membrane d'étanchéité.

Dans le cas des trottoirs et des pistes cyclables, une texture antidérapante doit être réalisée à l'aide d'un balai traîné transversalement, de façon continue et uniforme, avant que la surface ait durci.

La surface du dessus des blocs d'assise des appareils d'appui doit être plane et horizontale. L'écart maximal toléré dans le plan prescrit doit respecter une tolérance de 0,35 % dans chaque direction. Les élévations des blocs d'assise, ainsi que des plaques d'assise pour les appareils d'appui en élastomère confinés, doivent être à 3 mm de l'élévation théorique indiquée aux plans et devis. De plus, la différence d'élévation entre un bloc d'assise ou une plaque d'assise et ceux qui sont adjacents à un même axe d'appui ne doit pas dépasser 2 mm par rapport aux différences d'élévations théoriques des plans et devis.

Il est interdit d'utiliser de l'eau ou tout autre produit pour faciliter la finition du béton.

15 | Ouvrages d'art

15.4.3.5.9 Cure des éléments en béton

L'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires pour éliminer comme suit les causes de détérioration du béton découlant de chocs ou de vibrations :

- la démolition d'éléments continus en béton à l'aide de marteaux est interdite à moins de 30 m du béton frais, et ce, dès sa mise en place et jusqu'à ce qu'il atteigne une résistance à la compression d'au moins 70 % de f'_c , vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton de l'ouvrage;
- le battage ou le vibrofonçage de pieux, les travaux de densification des sols, notamment par vibrocompaction ou vibroremplacement, les travaux de réalisation des emboîtures des pieux caissons ou la démolition de roc au marteau hydraulique de même que les travaux à l'explosif sont interdits à moins de 30 m du béton frais, et ce, dès sa mise en place et jusqu'à ce qu'il atteigne une résistance à la compression d'au moins 70 % de f'_c , vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton de l'ouvrage;
- le compactage des matériaux (sol, matériau granulaire, enrobé) est interdit à moins de 30 m du béton frais, et ce, dès sa mise en place et jusqu'à ce qu'il atteigne une résistance à la compression d'au moins 70 % de f'_c , vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton de l'ouvrage;
- la circulation, y compris celle sur le chantier, sur les surfaces récemment bétonnées est interdite tant que le béton n'a pas atteint une résistance à la compression d'au moins 70 % de f'_c , vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton de l'ouvrage.

La température maximale du béton pendant la période de cure ne doit pas excéder 70 °C.

La cure doit être maintenue pendant une période minimale de 7 jours suivant le bétonnage, à l'exception du béton de type XVI-15. Pour ce type de béton, la cure doit être maintenue pour une période minimale de 72 heures dans le cas des chapes utilisées comme surface de roulement et de 24 heures dans les autres cas.

Dans le cas des ponts, des tabliers, des murs de soutènement, des ponceaux et des dalles neufs, à l'exception des semelles, des dalles de transition et des joints de tablier à une garniture, la cure doit

se poursuivre, pour tous les types de bétons, après la période minimale de 7 jours tant que le béton n'a pas atteint 70 % de f'_c , vérifiée par des essais sur éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que l'ouvrage.

Tout défaut de commencer une cure conforme dans les délais prescrits pour la surface d'une dalle, d'un trottoir ou d'une piste cyclable entraîne une retenue permanente, évaluée comme suit :

- 50 \$ par mètre carré de surface pour un délai d'au plus 1 heure, avec un minimum de 1000 \$ par zone discontinue déficiente;
- 100 \$ par mètre carré de surface pour un délai subséquent allant jusqu'à la 2^e heure, avec un minimum de 2000 \$ par zone discontinue déficiente;
- 200 \$ par mètre carré de surface pour chaque heure subséquente de délai, avec un minimum de 8000 \$ de l'heure par zone discontinue déficiente.

Aux fins d'évaluation de ces retenues, le calcul du délai pour une cure non conforme débute dès l'avis écrit du surveillant.

Tout arrêt prématuré ou tout défaut dans le maintien d'une cure conforme pour la surface d'une dalle, d'un trottoir ou d'une piste cyclable entraîne une retenue permanente à titre de dommages-intérêts liquidés, évaluée comme suit :

- 25 \$ par mètre carré de surface, par heure d'arrêt ou de défaut de maintien d'une cure conforme, avec un minimum de 1000 \$ de l'heure par zone discontinue déficiente.

Les retenues s'appliquent de façon cumulative et ne soustraient pas l'entrepreneur à ses obligations de corriger les éléments défectueux.

a) Méthodes de cure

• Toiles absorbantes imbibées d'eau

Cette méthode consiste à employer des toiles de fibres synthétiques saturées d'eau une fois mises en place, puis recouvertes de feuilles imperméables pour maintenir l'humidité à la surface du béton.

Les surfaces doivent être complètement couvertes. Les toiles doivent être maintenues continuellement humides de sorte qu'il y ait, à la surface du béton, une mince couche d'eau durant toute la durée de la cure.

L'eau utilisée pour la cure du béton doit être conforme à la norme 3101 du Ministère concernant l'eau de gâchage. La température de l'eau ne doit pas être inférieure à 10 °C.



15 | Ouvrages d'art

• Matériau de cure formant membrane

Cette méthode consiste à appliquer un matériau de cure translucide avec un colorant fugace sur les surfaces de béton durcies, une fois qu'elles sont décoffrées. Un matériau de cure formant membrane pigmenté blanc (type 2) peut être utilisé sur les surfaces devant être entièrement remblayées.

Il doit être appliqué de façon à former une pellicule suffisamment épaisse et ininterrompue sur toute la surface exposée à l'air ambiant, selon le taux recommandé par le fabricant, sans toutefois être inférieur à 0,2 l/m².

b) Dessus de dalles, de trottoirs et de pistes cyclables

La méthode de cure au moyen de toiles absorbantes imbibées d'eau doit être utilisée. Préalablement à cette cure, les surfaces en béton plastique de la dalle et des trottoirs et des pistes cyclables doivent être maintenues continuellement humides. À cette fin, l'entrepreneur doit utiliser un équipement qui pulvérise de l'eau en fines gouttelettes sur les surfaces de béton de façon à former un brouillard fin qui n'endommage pas le béton plastique. Tout apport d'eau trop important ayant pour conséquence que l'eau s'égoutte, coule ou s'accumule sur les surfaces du béton avant la prise initiale du béton est interdit. L'humidification continue des surfaces doit être réalisée au fur et à mesure que la finition du béton est terminée et, dans le cas d'une dalle, à l'intérieur d'une distance maximale de 6 m à l'arrière de l'équipement servant à la mise en place du béton. Elle doit être poursuivie jusqu'à ce qu'une cure à l'aide de toiles absorbantes imbibées d'eau soit réalisée, et ce, sans endommager les surfaces de béton. L'humidification continue des surfaces préalable à la cure doit être effectuée même lorsqu'une protection par temps froid est requise.

La cure au moyen de toiles absorbantes imbibées d'eau doit être effectuée immédiatement après l'humidification continue des surfaces.

Dans le cas d'une dalle, les toiles absorbantes et les feuilles imperméables doivent être installées à partir d'une plate-forme de travail autre que celle utilisée pour la finition du béton.

c) Autres éléments

La cure des surfaces de béton non coffrées doit être réalisée au moyen de toiles absorbantes imbibées d'eau, et ce, dès que le béton a suffisamment durci pour qu'il ne soit pas endommagé en surface par les toiles absorbantes.

Si la cure de ces surfaces n'a pas débuté dans un délai de 2 heures suivant la finition du béton, elles doivent être humidifiées de façon continue selon la même méthode que pour le dessus des dalles, et ce, jusqu'à ce que la cure avec toiles absorbantes ait débuté.

Dès le décoffrage, des toiles absorbantes imbibées d'eau ou un matériau de cure formant membrane doivent être appliqués sur les surfaces décoffrées avant la fin de la durée exigée pour la cure du béton.

Pour une semelle ou une dalle de transition décoffrée avant la fin de la durée de cure exigée, si la poursuite de la cure des surfaces décoffrées est réalisée avec un matériau de cure formant membrane, alors la poursuite de la cure des surfaces non coffrées peut aussi être réalisée selon cette même méthode.

Après la fin de la période de cure avec un matériau formant membrane, toute surface du joint de construction prévue pour recevoir le béton d'une séquence ultérieure doit être nettoyée avec un jet d'eau haute pression de manière à enlever toutes traces de matériau de cure formant membrane.

15.4.3.5.10 Inspection, correction et nettoyage des surfaces

Aussitôt après la cure, toutes les surfaces de béton doivent être inspectées et réparées.

Le profil des surfaces de béton du dessus de la dalle est vérifié à l'aide d'une règle de 3 m. Aucune irrégularité ou dépression, mesurée selon la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère, ne doit excéder en tout point 5 mm dans 3 m. Cette exigence s'applique également aux surfaces des trottoirs et des pistes cyclables.

L'emplacement et l'élévation des blocs d'assise doivent être vérifiés par l'entrepreneur. Celui-ci doit fournir au surveillant, au moins 7 jours avant la mise en place des appareils d'appui, un relevé indiquant l'emplacement (longitudinalement et transversalement), l'élévation et le nivellement de chaque assise des appareils d'appui et les positions des ancrages mis en place ainsi que les valeurs correspondantes exigées aux plans ou aux plans d'atelier des appareils d'appui. Ce relevé doit être signé par un ingénieur.

L'entrepreneur doit fournir au surveillant l'accès aux surfaces réparées aux fins de vérification. Après la cure et en présence de l'entrepreneur, le surveillant vérifie à l'aide d'un marteau les surfaces réparées. Les surfaces qui produisent un son creux, signe d'une mauvaise adhérence, y compris une

15 | Ouvrages d'art

zone de 150 mm située sur le pourtour, doivent être démolies et reconstruites aux frais de l'entrepreneur.

Toutes les aspérités, les arêtes rugueuses, les dénivellations des surfaces attribuables à un mauvais alignement des coffrages et les bavures de béton sur le pourtour des surfaces doivent être soigneusement meulées. Tous les cônes en plastique des attaches des coffrages doivent être enlevés.

Les surfaces de béton, à l'exception des surfaces de dalle à recouvrir d'une membrane d'étanchéité, présentant des cavités de 6 à 12 mm de profondeur ainsi que les trous laissés par l'enlèvement des cônes en plastique des attaches des coffrages doivent être remplis d'un mortier cimentaire en sac. La couleur du mortier une fois séché doit être la même que celle du béton à corriger. Cette couleur doit être approuvée par le surveillant sur une petite surface peu visible avant de procéder sur l'ensemble de l'ouvrage. Le béton des surfaces à corriger doit avoir une température d'au moins 5 °C avant de poser le mortier et la température de l'air extérieur ne doit pas être susceptible de descendre en dessous de 0 °C dans les 24 heures suivant la fin de l'application (selon les prévisions du bureau météorologique de la région).

Le type de mortier cimentaire doit être compatible avec la profondeur de la dépression à combler. Le mortier est mis en place sans débordement au pourtour des zones corrigées ou des trous laissés par l'enlèvement des cônes. La correction des surfaces doit être effectuée au moyen d'un mortier cimentaire ayant une résistance à la compression à 24 heures d'au moins 20 MPa.

Dans le cas de la construction d'une culée, d'une béquille de portique ou d'un mur de soutènement coulé en place, l'entrepreneur doit mettre en place une bande de membrane d'étanchéité pour joints de 300 mm de largeur sur la partie visible, et sur 300 mm au-delà de la partie visible de toute fissure ou de tout joint de construction, sur les faces à remblayer de ces éléments.

Après un délai de 3 jours suivant la pose du mortier, les surfaces de béton doivent être nettoyées pour enlever les bavures de mortier au pourtour des surfaces corrigées. L'ensemble des surfaces de béton ou d'acier qui ont été salies, notamment par un produit de cure ou des bavures ou des éclaboussures de mortier, de béton ou de laitance, ainsi que par des taches de rouille, doivent aussi être nettoyées, de même que toute surface présentant un marquage ou de la peinture. Ce nettoyage doit être effectué uniquement au moyen d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit

20 l/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton de 150 mm à 200 mm) et de façon à ne pas altérer les surfaces. L'ensemble des surfaces visibles doit avoir un aspect uniforme après le nettoyage.

Lorsqu'un nettoyage des surfaces de béton ayant été recouvertes d'une doublure de coffrage doit être effectué, il doit être réalisé uniquement en utilisant un jet d'eau sous pression de façon à ne pas altérer le fini lisse du béton.

15.4.3.5.11 Finition du béton durci

Les surfaces doivent être traitées au jet d'eau haute pression ou au jet d'abrasif humide. Le traitement doit faire disparaître toute trace de laitance, d'enduit, de peinture, de rouille, d'huile, de matériau de cure ou toute autre saleté et donner au béton une apparence uniforme. Les surfaces traitées doivent ensuite être nettoyées à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 l/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton de 150 mm à 200 mm) de façon à obtenir une surface exempte de tout débris.

Le matériel utilisé pour le jet d'abrasif humide doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel.

Le fini doit correspondre à l'un des degrés suivants :

- **Léger**
Enlèvement de la laitance en surface et uniformisation de la couleur.
- **Moyen**
Enlèvement du mortier de surface sur une profondeur de 2 mm.
- **Profond**
Enlèvement du mortier de surface sur une profondeur de 5 mm.

À moins d'une indication contraire dans les plans et devis, le fini doit être de degré « léger ».

La finition du béton durci de surfaces de béton existantes ne doit être faite qu'une fois les réparations prévues à ces surfaces terminées.

15.4.3.6 Imperméabilisation du béton, recouvrement avec enduit de surface et injection de fissures

15.4.3.6.1 Imperméabilisation du béton

L'imperméabilisation du béton doit se faire en appliquant un polymère de silicone de type silane dont la teneur en matières solides est égale ou supérieure à 40 % en masse.

15 | Ouvrages d'art

Les surfaces récemment bétonnées ou recouvertes de béton projeté doivent être mûries au moins 28 jours avant l'imperméabilisation des surfaces. Les surfaces doivent être sèches et propres avant de procéder à l'application de l'imperméabilisant.

Entre 7 jours et 24 heures avant l'application de l'imperméabilisant, les surfaces à imperméabiliser doivent être préalablement traitées à l'aide d'un jet d'abrasif humide ou d'un jet d'eau haute pression afin d'obtenir une surface exempte de tout enduit, matériau de cure, laitance, huile, peinture, rouille ou autre saleté. Dans ce même délai, les surfaces traitées doivent ensuite être nettoyées à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 l/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton de 150 mm à 200 mm) de façon à obtenir une surface exempte de tout débris.

Le matériel utilisé pour le jet d'abrasif humide doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel.

L'imperméabilisant ne peut être appliqué que si la température ambiante ainsi que celle des surfaces à imperméabiliser sont supérieures à 5 °C et s'il n'y a aucun risque de gel au cours des 12 heures suivant la pose.

Des mesures de protection doivent être prises afin d'éviter que l'imperméabilisant vienne en contact avec de l'enrobé ou d'autres matériaux qui constituent les surfaces adjacentes à celles qui sont à traiter.

L'imperméabilisant doit être appliqué à l'aide d'un vaporisateur manuel à basse pression au taux de 0,33 l/m². Selon la porosité des surfaces de béton, l'imperméabilisant peut devoir être appliqué en plusieurs couches.

Les surfaces traitées doivent être protégées de la pluie et des éclaboussures pour une période de 6 heures suivant l'application de l'imperméabilisant.

15.4.3.6.2 Recouvrement avec enduit de surface

Les surfaces récemment bétonnées ou recouvertes de béton projeté doivent être mûries au moins 14 jours avant la pose de l'enduit de surface. Les surfaces doivent être sèches et propres avant de procéder à l'application de l'enduit.

Entre 7 jours et 24 heures avant l'application de l'enduit de surface, les surfaces à recouvrir doivent être préalablement traitées à l'aide d'un jet d'abrasif humide ou d'un jet d'eau haute pression afin d'obtenir une surface exempte de tout enduit, matériau de cure, laitance, huile, peinture, rouille ou autre saleté. Le matériel utilisé pour le jet d'abrasif

humide doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel. Dans ce même délai, les surfaces traitées doivent ensuite être nettoyées à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 l/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton de 150 mm à 200 mm) de façon à obtenir une surface exempte de tout débris.

Dans le cas des surfaces préalablement recouvertes d'un imperméabilisant, l'enduit de surface doit être posé après un délai d'au moins 24 heures et d'au plus 72 heures suivant la pose de l'imperméabilisant.

Les armatures apparentes ou devenues apparentes à la suite des travaux de nettoyage doivent être recouvertes d'un enduit protecteur après le nettoyage des surfaces et avant l'application de l'imperméabilisant, s'il y a lieu, ou de l'enduit de surface. L'enduit protecteur ne peut être appliqué que si la température ambiante et celle des surfaces à recouvrir sont supérieures à 7 °C et à la hausse. L'enduit protecteur doit être appliqué uniquement sur les surfaces apparentes des armatures, sans débordement sur le béton adjacent. Un délai minimal de 4 heures doit s'écouler entre la pose de l'enduit protecteur sur les armatures et celle de l'imperméabilisant ou de l'enduit de surface.

L'enduit de surface doit être livré sur le chantier dans des contenants scellés à l'usine du fabricant et conservé à une température minimale de 5 °C. L'enduit doit être conditionné à une température minimale de 15 °C au moment de la pose.

L'application de l'enduit de surface ne peut se faire que lorsque :

- la température de l'air extérieur et celle de la surface à recouvrir sont supérieures à 5 °C et à la hausse;
- la température de l'air extérieur n'est pas susceptible de descendre en dessous de 0 °C dans les 12 heures suivant la fin de l'application de l'enduit (selon les prévisions du bureau météorologique de la région);
- les surfaces à recouvrir ne sont pas exposées à la pluie ou au ruissellement qui en découle, et ce, au moment de l'application et pour un délai de 12 heures suivant la fin de l'application de l'enduit.

La finition de la couche de surface doit être de type sablé. La couleur de l'enduit de surface doit être conforme à celle de l'étalon n°36357 de la norme AMS-STD-595 « Colors used in Government Procurement ».

15 | Ouvrages d'art

La différence de couleur ne doit pas être supérieure aux valeurs suivantes :

- L^* : -10,0 à + 2,0 unités CIELAB;
- a^* : $\pm 1,0$ unité CIELAB;
- b^* : $\pm 2,5$ unités CIELAB;
- ΔE : 10,0 unités CIELAB.

Les symboles de mesures L^* , a^* , b^* et ΔE sont ceux utilisés dans le système CIELAB (norme ASTM D2244 «Standard Practice for Calculation of Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates»).

Le recouvrement avec enduit de surface doit être réalisé selon les 2 étapes suivantes :

- application d'une première couche, au taux de pose recommandé par la fiche technique du fabricant, avec un minimum de $0,5 \text{ l/m}^2$;
- application d'une seconde couche, dans un délai de 24 à 72 heures, au taux de pose recommandé par la fiche technique du fabricant, avec un minimum de $0,5 \text{ l/m}^2$.

L'enduit de surface doit être appliqué au pistolet, à une épaisseur uniforme et sans faire de coulures, de façon à recouvrir les dépressions, trous et autres irrégularités de la surface du béton. L'application de l'enduit doit permettre de cacher complètement la surface de béton à recouvrir ainsi que les défauts mineurs pouvant s'y retrouver.

Les surfaces qui ne doivent pas être recouvertes d'enduit doivent être protégées contre les éclaboussures et tout autre dommage pouvant survenir lors de l'application. Les surfaces à recouvrir doivent être clairement délimitées de façon à avoir des transitions rectilignes avec les zones environnantes. Les surfaces autres que des surfaces de béton, comme les conduits ou les luminaires, qui sont situées sur des surfaces à recouvrir, ne doivent pas être recouvertes d'enduit et doivent être protégées contre les éclaboussures.

15.4.3.6.3 Injection de fissures

L'injection des fissures des surfaces du béton doit être faite sous pression en utilisant un produit à base d'époxy.

L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 14 jours avant le début des travaux, les documents suivants :

- un plan de travail décrivant de manière détaillée les produits, les équipements, les pressions et la méthode d'injection proposée;
- le détail des injecteurs utilisés (fournisseur, espacement, grosseur, etc.);

- le nom du responsable des travaux qui sera présent sur le site;
- les fiches techniques du produit d'injection, de colmatage et des équipements;
- le modèle et le numéro de série du manomètre, de pression maximale de 300 psi, ainsi que son certificat d'étalonnage datant de moins de 12 mois.

Le plan de travail doit être signé par un ingénieur.

L'injection dans les fissures doit être faite conformément au plan de travail présenté au surveillant.

Les injecteurs doivent être de type « surface ». Le produit de colmatage doit être un mortier à base de liant époxydique et il doit avoir une capacité suffisante pour résister à la pression générée lors de l'injection.

La date de fabrication du produit d'injection doit être indiquée sur les contenants et doit être postérieure au 1^{er} mars de l'année d'utilisation. Il est interdit d'ajouter du solvant, du diluant ou une autre matière au produit d'injection. Tous les produits sont livrés au chantier dans leurs contenants d'origine et scellés.

L'équipement servant à l'injection doit être composé de pompes à pistons, électriques ou pneumatiques, ayant une pression maximale d'environ 200 psi. Le manomètre servant à mesurer la pression doit être calibré avec une tolérance de ± 1 psi. Le certificat de calibration des équipements doit être fourni au surveillant sur demande.

En suivant le cheminement de l'époxy dans la ligne d'injection, un manomètre calibré doit être installé, suivi de la chambre de malaxage, suivie à son tour par la buse d'injection. Les dimensions de l'équipement doivent être telles qu'il puisse être localisé sur les échafaudages et à proximité immédiate des fissures qui doivent faire l'objet d'une injection.

L'entrepreneur doit donner un avis écrit d'au moins 24 heures au surveillant pour préciser la date et l'heure du début des travaux d'injection. Un avis écrit similaire doit aussi être donné pour toute suspension des travaux de plus de 24 heures.

La température des composants du produit d'injection doit se situer entre 20°C et 30°C lors de l'injection. L'injection dans les fissures ne peut être faite que si la température du béton, mesurée à l'ombre, est supérieure à 15°C sans toutefois dépasser 30°C .

15 | Ouvrages d'art

Les travaux sont interdits entre le 1^{er} octobre et le 30 avril. L'injection dans des fissures exposées aux intempéries ou aux embruns de la circulation est permise tant que l'équipement d'injection et les produits ne sont pas eux-mêmes exposés.

Les surfaces adjacentes aux fissures doivent être nettoyées à la brosse d'acier de manière à être libres de saleté, d'huile, d'efflorescence et d'autres matières étrangères. Les injecteurs sont ensuite fixés au béton au droit des fissures sur les faces verticales opposées de l'élément, et ce, sans procéder au forage du béton.

Les injecteurs sont espacés d'une distance qui correspond à environ l'épaisseur de l'élément où doit se faire l'injection avec un espacement maximal de 500 mm. Les injecteurs sont installés aux endroits où la fissure est propre et a la plus grande ouverture possible.

Le premier et le dernier injecteur sont posés à une distance par rapport à la fin de la fissure qui correspond à la moitié de l'espacement habituel. Au minimum 2 injecteurs doivent être installés par face verticale d'un élément. Le produit de colmatage doit être mis en place autour des injecteurs, sur les surfaces adjacentes des fissures et, si requis, sur les autres faces de l'élément; le produit est posé sur une largeur uniforme d'au moins 50 mm et jusqu'au-delà des limites visibles des fissures.

Juste avant de procéder à l'injection dans chaque fissure, l'entrepreneur doit effectuer un nettoyage des injecteurs et des fissures avec un jet d'air comprimé de 75 psi. Les injecteurs doivent être ouverts successivement par paires au moment de faire le nettoyage. Le matériel utilisé pour le jet d'air doit être muni d'un filtre captant l'huile; son efficacité doit être démontrée avant son utilisation. Après avoir nettoyé chaque injecteur, l'entrepreneur doit effectuer un essai d'étanchéité avec les injecteurs fermés. Toute fuite d'air entraîne le remplacement des matériaux défectueux et un nouvel essai d'étanchéité.

Lors du début des travaux d'injection pour chaque quart de travail, les proportions de malaxage de chacun des composants du produit d'injection doivent être vérifiées en présence du surveillant. Une quantité suffisante de chacun des composants du produit d'injection, prélevée au hasard avant la chambre de mélange, est versée dans des contenants gradués de façon à vérifier leur proportion. L'écart maximal permis par rapport aux spécifications de la fiche technique du produit d'injection est de $\pm 5\%$.

L'ingénieur ayant signé le plan de travail doit être présent au début de l'injection dans la

première fissure; il doit rester sur le site tant et aussi longtemps que le surveillant ou l'entrepreneur le juge nécessaire.

L'injection ne peut commencer que lorsque la couleur du produit d'injection est uniforme. Pour une fissure verticale ou inclinée, l'injection doit commencer à partir du point le plus bas de la fissure; pour une fissure horizontale, l'injection doit commencer à l'une des extrémités de la fissure. L'entrepreneur doit procéder à l'injection dans une seule fissure à la fois et à partir d'une des faces s'il a été établi que la fissure traverse l'élément de part en part; dans ce dernier cas, les injecteurs de la face opposée servent d'évent. La pression d'injection mesurée à la sortie de la buse doit être inférieure à 50 psi.

L'injection doit se poursuivre de façon continue, l'injecteur adjacent à celui en cours d'injection doit être fermé lorsque le produit d'injection s'y écoule, et ainsi de suite avec les autres injecteurs jusqu'à la pression de refus sur l'injecteur initial (50 psi). Cet injecteur est ensuite fermé et l'injection doit se poursuivre au dernier injecteur où il y a eu écoulement, et ainsi de suite jusqu'au remplissage complet de la fissure. Dans le cas d'une fissure qui traverse l'élément de part en part, s'il n'y a pas d'écoulement à un des injecteurs situés sur la face opposée à celle utilisée pour l'injection après avoir maintenu la pression de refus pendant environ 10 minutes, l'entrepreneur doit poursuivre l'injection de la même manière sur la face opposée.

Tout temps d'arrêt d'injection dépassant 75 % de la vie en pot du produit d'injection utilisé entraîne l'arrêt des travaux et le nettoyage de tous les équipements et accessoires.

Si des microfissures se forment à proximité de la fissure en cours d'injection, l'injection doit être arrêtée immédiatement.

S'il y a fuite du produit d'injection par le colmatage ou par un injecteur défectueux, l'injection doit être arrêtée immédiatement; l'injection ne peut se poursuivre qu'après avoir colmaté les fuites.

Le produit de colmatage, les injecteurs et tout écoulement, toute fuite ou toute éclaboussure de produit d'injection doivent être enlevés jusqu'au niveau du béton d'origine lorsque le produit d'injection a suffisamment durci. Un délai minimal de 24 heures suivant la fin de l'injection doit s'écouler avant le début de ces opérations.

15.4.3.7 Bétonnage par temps chaud

La température du béton plastique au moment de la mise en place doit être conforme aux exigences pour la fabrication du béton de la norme 3101 du Ministère.



15 | Ouvrages d'art

L'entrepreneur doit utiliser de la glace, en remplacement d'une partie de l'eau de gâchage, ou refroidir un ou des constituants du béton afin de contrôler la température du béton durant les périodes de conditions météorologiques chaudes.

La température des surfaces avec lesquelles le béton plastique vient en contact (béton existant, armatures et coffrages) doit être inférieure ou égale à 35 °C au moment du bétonnage.

Au cours de la période comprise entre le 1^{er} mai et le 15 septembre pour une structure située dans la zone 1, et entre le 15 mai et le 1^{er} septembre pour une structure située dans les zones 2 ou 3, le bétonnage des éléments suivants doit être effectué en soirée et de nuit; la mise en place du béton doit commencer au plus tôt 3 heures avant le coucher du soleil et le bétonnage doit se terminer au plus tard 1 heure avant le lever du soleil :

- dalles (sur poutres, épaisses, de portique);
- dalles supérieures de ponceaux de 3 m et plus d'ouverture sur lesquelles une membrane d'étanchéité doit être installée;
- tabliers en béton précontraint par post-tension;
- trottoirs et pistes cyclables;
- chapes coulées avec du béton de type XVI-5 ou XVI-15.

Les zones concernant les périodes de dégel annuel sont définies dans l'arrêté du ministre des Transports et de la Mobilité durable.

Au cours de la période comprise entre le 15 mai et le 15 septembre, un liant ternaire de type GUb-F/SF ou GUb-S/SF doit être employé pour le béton des dalles sur poutres, des dalles épaisses en béton armé et des dalles de portiques de même que pour les tabliers en béton précontraint par post-tension.

L'entrepreneur doit mettre en place un dispositif d'éclairage sur le chantier pour les travaux de bétonnage en soirée et de nuit et fournir au surveillant, au moins 2 semaines avant le début du bétonnage, le plan du dispositif d'éclairage qu'il a l'intention d'utiliser.

15.4.3.8 Bétonnage par temps froid

Au cours de la période comprise entre le 15 octobre et le 31 mars, le liant ternaire est interdit.

La température du béton plastique au moment de la mise en place doit être conforme aux exigences pour la fabrication du béton de la norme 3101 du Ministère.

Le béton doit être maintenu à une température minimale de 10 °C pendant toute la période de protection.

La durée de la période de protection, pour tous les types de bétons, ne peut pas être inférieure à celle de la cure. La période de protection du béton de type XVI-15 est d'une durée minimale de 7 jours consécutifs suivant le bétonnage.

En plus de la prise en compte des critères précédents, la période de protection du béton doit être prolongée tant que le béton n'a pas atteint 70 % de f'_c , vérifiée par des essais sur éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que l'ouvrage. La période de protection doit également être prolongée pendant un minimum de 12 heures après la fin de la période de cure, afin que les surfaces de béton soient sèches.

Dans le cas du béton précontraint en place, la période de protection du béton doit encore se poursuivre 10 jours après l'injection du coulis. Dans le cas de la précontrainte transversale dans une dalle, la période de protection doit se poursuivre 7 jours après l'injection du coulis.

Après la période de protection, la température du béton doit être abaissée graduellement pendant les 24 premières heures. Le taux de diminution ne doit pas être supérieur à 10 °C/h. Le béton ne doit pas être mis en contact avec l'air extérieur si la différence entre la température du béton et celle de l'air extérieur est supérieure à 20 °C.

Les exigences relatives à la cure du béton s'appliquent quel que soit le type de protection mis en place.

Tout béton qui a gelé n'est pas payé et est rejeté. La partie de l'ouvrage construite avec ce béton est considérée comme défectueuse et doit être refaite selon les plans et devis aux frais de l'entrepreneur.

15.4.3.8.1 Béton existant, armatures et coffrages

L'emploi de chlorure de sodium ou de calcium comme agent de déglacage est interdit.

Dans le cas d'un bétonnage à l'air libre, toutes les surfaces (béton existant, coffrages, armatures, etc.) avec lesquelles le béton plastique vient en contact doivent être préalablement chauffées à une température minimale de 5 °C jusqu'au bétonnage.

Dans le cas d'un bétonnage effectué sous abri (protection de type 2, 3 ou 4), les surfaces de contact doivent être préalablement chauffées et maintenues à une température comprise entre 5 °C et 20 °C pendant une période d'au moins 24 heures précédant le bétonnage. Les coffrages doivent être maintenus en place pendant toute la durée de la protection et les surfaces des coffrages doivent



15 | Ouvrages d'art

être maintenues à une température comprise entre 10°C et 20°C. En aucun moment durant la période de protection la température ambiante mesurée à l'intérieur de l'abri ne doit être supérieure à 40 °C.

15.4.3.8.2 Types de protection

a) Protection de type 1

La protection de type 1 consiste à recouvrir complètement toutes les surfaces de béton plastique et l'ensemble des surfaces coffrées des réparations sans surépaisseur à l'aide d'un matériau isolant. Chaque couche de matériau isolant doit être du type couverture imperméable fabriquée à partir de plaques de mousse à cellules fermées et avoir une résistance thermique RSI de 0,40.

Le jour précédant le bétonnage, l'entrepreneur doit faire approuver par le surveillant le nombre de couches de matériau isolant à poser. Selon l'évolution de la température du béton durant la période de protection, le surveillant peut exiger de réduire ou d'augmenter le nombre de couches. L'enlèvement ou l'ajout d'une couche doit être effectué dans un délai de 3 heures suivant la demande du surveillant.

L'isolant doit être posé de façon telle qu'il prévienne toute exposition des surfaces de béton à l'air extérieur durant toute la durée de la protection. Les joints des couvertures isolantes doivent avoir un chevauchement d'au moins 75 mm.

b) Protection de type 2

La protection de type 2 consiste à construire un abri enveloppant l'ouvrage. L'abri doit être réalisé de façon à recouvrir de toiles ou de bâches les surfaces de l'ouvrage à bétonner. Ces couvertures doivent être étanches, résistantes et fixées de façon à ne pas être déplacées pendant la durée de la protection.

L'abri doit avoir une hauteur et une grandeur suffisantes pour permettre de faire, à l'intérieur, la mise en place du béton, la finition du béton et la cure.

Dans le cas d'un ouvrage supporté par des étalements appuyés sur le sol, l'abri et la méthode de chauffage doivent être conçus de façon à éviter le dégel du sol.

La capacité et le nombre d'appareils de chauffage, tels que les bouilloires, chauffeuses, etc., doit suffire à maintenir le béton à la température exigée. Un courant d'air chaud doit circuler à l'intérieur de l'abri. La chaleur doit atteindre toutes les surfaces, qu'elles soient coffrées ou non. Si des appareils dégagent des gaz carboniques, ces gaz doivent être évacués en dehors de l'abri.

c) Protection de type 3

La protection de type 3 consiste à construire un abri enveloppant le dessous d'un tablier à l'aide de toiles ou de bâches et à recouvrir le dessus de la dalle d'un matériau isolant. L'abri doit englober les poutres. Ces toiles ou bâches doivent être étanches, résistantes et fixées de façon à ne pas être déplacées ou déchirées pendant la durée de la protection. Les feuilles imperméables ne sont pas permises à cette fin. La protection avec toiles ou bâches doit se prolonger verticalement sur les côtés extérieurs du tablier jusqu'à une hauteur minimale de 1,2 m au-dessus de la dalle. Cette prolongation doit être localisée à une distance inférieure à 1,0 m de chaque côté de la dalle à bétonner.

Un dégagement suffisant doit être prévu entre le dessous du tablier et les toiles ou bâches pour permettre la circulation d'un courant d'air chaud de façon à atteindre toutes les surfaces à protéger.

Les appareils de chauffage, tels que les bouilloires, chauffeuses, etc., doivent être de capacité suffisante et en nombre assez grand pour maintenir le béton à la température exigée. Les appareils de chauffage doivent être situés à l'extérieur de la protection, et un système de distribution de la chaleur doit être prévu à l'intérieur de la protection. L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 2 semaines avant le bétonnage nécessitant une protection de type 3, le plan du dispositif de chauffage qu'il a l'intention d'utiliser.

Durant la période de 24 heures de chauffage préalable au bétonnage, l'entrepreneur doit recouvrir les surfaces à bétonner à l'aide d'un matériau isolant. Chaque couche de matériau isolant doit être du type couverture imperméable fabriquée à partir de plaques de mousse à cellules fermées et avoir une résistance thermique RSI de 0,40. L'entrepreneur doit faire approuver par le surveillant le nombre de couches de matériau isolant à poser. Après le bétonnage, les surfaces de béton plastique doivent être recouvertes du même matériau isolant dès qu'il est possible de le faire sans endommager ces surfaces. L'isolant doit être posé de façon à prévenir toute exposition des surfaces de béton à l'air extérieur durant toute la durée de la protection. Les joints des couvertures isolantes doivent avoir un chevauchement de 75 mm. Selon l'évolution de la température du béton durant la période de protection, le surveillant peut exiger de réduire ou d'augmenter le nombre de couches. L'enlèvement ou l'ajout d'une couche doit être effectué dans un délai de 3 heures suivant la demande du surveillant.

15 | Ouvrages d'art

d) Protection de type 4

La protection de type 4 consiste à construire un abri enveloppant l'étalement d'un tablier construit sur étalement à l'aide de toiles ou de bâches et à recouvrir le dessus de l'ouvrage d'un matériau isolant. Ces toiles ou bâches doivent être étanches, résistantes et fixées de façon à ne pas être déplacées pendant la durée de la protection. La protection doit se prolonger verticalement sur les côtés extérieurs du tablier jusqu'à une hauteur minimale de 1,2 m au-dessus de ce dernier.

L'abri et la méthode de chauffage doivent être conçus de façon à éviter le dégel du sol.

Les exigences concernant les appareils de chauffage, le plan du dispositif de chauffage et celles concernant la fourniture et la mise en place des matériaux isolants de la protection de type 3 s'appliquent aussi à la protection de type 4.

15.4.3.8.3 *Pieu caisson, pieu tubulaire, semelle, culée, pile, béquille de portique, dalle de transition, mur de soutènement, ponceau, bloc d'assise, joint de tablier, chasse-roues, trottoir, piste cyclable, glissière et travaux de réparation*

Le bétonnage à l'air libre d'un ouvrage ou d'une partie d'ouvrage est interdit si la température de l'air extérieur est inférieure à 0 °C. Après le bétonnage, pour toute la durée de la période de protection, l'entrepreneur doit vérifier au moins quotidiennement les prévisions météorologiques pour les 48 prochaines heures (selon les prévisions du bureau météorologique de la région) afin de planifier adéquatement la mise en place de la protection de type 1 qui doit être réalisée si la température de l'air extérieur est susceptible de descendre au-dessous de 5 °C.

L'entrepreneur doit prévoir une protection de type 2 pour tout bétonnage effectué entre le 1^{er} novembre et le 31 mars.

Les travaux de réparation avec coffrages sans surépaisseur et les réparations de dalle sont interdits entre le 1^{er} novembre et le 31 mars.

15.4.3.8.4 *Dalle sur poutres*

L'entrepreneur doit prévoir une protection de type 3 pour tout bétonnage effectué durant les périodes suivantes :

- du 1^{er} novembre au 20 décembre pour une structure située dans la zone 1;
- du 1^{er} novembre au 30 novembre pour une structure située dans les zones 2 ou 3.

Les zones concernant les périodes de dégel annuel sont définies dans l'arrêté du ministre des Transports et de la Mobilité durable.

Le bétonnage pendant les périodes où une protection de type 3 est effectuée est interdit si la température de l'air extérieur est inférieure à -10 °C ou s'il y a possibilité qu'elle chute sous -10 °C dans les 48 heures suivant la mise en place du béton (selon les prévisions du bureau météorologique de la région).

Le bétonnage est interdit durant les périodes suivantes :

- du 21 décembre au 31 mars pour une structure située dans la zone 1;
- du 1^{er} décembre au 31 mars pour une structure située dans les zones 2 ou 3.

Du 1^{er} avril au 31 octobre, le bétonnage à l'air libre est interdit si la température de l'air extérieur est inférieure à 0 °C. Après le bétonnage, pour toute la durée de la période de protection, l'entrepreneur doit vérifier au moins quotidiennement les prévisions météorologiques pour les 48 prochaines heures (selon les prévisions du bureau météorologique de la région) afin de planifier adéquatement la mise en place de la protection de type 1 qui doit être réalisée si la température de l'air extérieur est susceptible de descendre au-dessous de 5 °C.

15.4.3.8.5 *Tablier construit sur étalement*

L'entrepreneur doit prévoir une protection de type 4 pour tout bétonnage effectué durant les périodes suivantes :

- du 1^{er} décembre au 20 décembre pour une structure située dans la zone 1;
- du 15 novembre au 30 novembre pour une structure située dans les zones 2 ou 3.

Les zones concernant les périodes de dégel annuel sont définies dans l'arrêté du ministre des Transports et de la Mobilité durable.

Le bétonnage pendant les périodes où une protection de type 4 est effectuée est interdit si la température de l'air extérieur est inférieure à -10 °C ou s'il y a possibilité qu'elle chute sous -10 °C dans les 48 heures suivant la mise en place du béton (selon les prévisions du bureau météorologique de la région).

Le bétonnage est interdit durant les périodes suivantes :

- du 21 décembre au 31 mars pour une structure située dans la zone 1;
- du 1^{er} décembre au 31 mars pour une structure située dans les zones 2 ou 3.

15 | Ouvrages d'art

Du 1^{er} avril au 30 novembre (zone 1) et du 1^{er} avril au 14 novembre (zones 2 ou 3), le bétonnage à l'air libre d'un ouvrage ou d'une partie d'ouvrage est interdit si la température de l'air extérieur est inférieure à 0 °C. Après le bétonnage, pour toute la durée de la période de protection, l'entrepreneur doit vérifier au moins quotidiennement les prévisions météorologiques pour les 48 prochaines heures (selon les prévisions du bureau météorologique de la région) afin de planifier adéquatement la mise en place de la protection de type 1 qui doit être réalisée si la température extérieure est susceptible de descendre au-dessous de 5 °C.

L'entrepreneur ne doit pas procéder à l'injection du coulis dans les gaines de l'armature de précontrainte si la température de l'air extérieur est inférieure à 5 °C ou s'il y a possibilité qu'elle chute sous 5 °C dans les 48 heures suivant l'injection (selon les prévisions du bureau météorologique de la région).

15.4.3.9 Bétonnage sous l'eau

Le bétonnage sous l'eau doit être effectué avec un béton de type XV, à l'exception du bétonnage des pieux tubulaires. Le bétonnage d'une base d'étanchement doit être effectué avec un béton de type V ou XV.

Pour toute partie d'ouvrage dont le niveau final du béton se situe sous l'eau, le coffrage doit :

- se prolonger suffisamment au-dessus de l'eau pour empêcher en tout temps l'eau de passer par-dessus le coffrage;
- ou
- se prolonger sur une distance d'au moins 2 m au-dessus du niveau final du béton.

Le béton ne doit pas être mis en place lorsque la température de l'eau est inférieure à 5 °C.

La mise en place du béton sous l'eau doit être réalisée au moyen d'une pompe à béton.

Dans le cas des pieux caissons, la ligne de pompage doit être graduée afin de déterminer si celle-ci est au fond du pieu avant de commencer le bétonnage.

L'extrémité de la conduite de la pompe doit être placée au point bas de l'élément à bétonner. L'entrepreneur doit prendre les moyens nécessaires pour éviter de remplir la ligne de pompage d'eau lors de sa mise en place et avant le bétonnage, en utilisant un bouchon mobile à l'intérieur de la ligne de pompage, un clapet à l'extrémité de celle-ci ou un système ayant un effet équivalent.

Le bétonnage doit s'effectuer de manière à former une masse de béton pour repousser l'eau à l'intérieur de l'élément. L'extrémité de la conduite de pompage doit être remontée progressivement en cours de bétonnage et doit être maintenue dans la masse de béton en tout temps, à une profondeur minimale de 2 m sous la surface de béton.

Afin de prévenir le lessivage et la ségrégation, le béton doit être déposé en une masse compacte à sa place définitive. Il ne doit pas être manipulé après avoir été mis en place.

Le bétonnage doit se faire en une seule coulée sans interruption.

L'entrepreneur doit procéder à des inspections, avec une caméra vidéo, de la préparation des surfaces à conserver, de l'armature et des coffrages mis en place et des surfaces décoffrées. La caméra doit être fixée au casque du plongeur et orientée selon les directives du surveillant, à partir d'un moniteur. L'inspection de la préparation des surfaces à conserver doit se faire, dans le cas des réparations, avant la pose de l'armature ou des coffrages. L'inspection de l'armature et des coffrages doit se faire avant la remise de l'avis de bétonnage, et l'inspection des surfaces décoffrées doit se faire dans un délai de 7 jours à la suite du décoffrage. Ces exigences d'inspection ne s'appliquent pas aux pieux caissons.

Dans le cas des pieux caissons, toute l'eau et tout le béton contaminé (par de l'eau, de la laitance ou d'autres matières) doivent être évacués du tube. Afin qu'il soit certain que tout le béton contaminé a été évacué à la fin du bétonnage, une quantité additionnelle de béton équivalant à au moins 1 m de hauteur du tube doit se déverser hors du pieu, à partir du moment où le surveillant constate l'émergence de béton hors du tube. À la suite de ce déversement de la quantité additionnelle de béton, la partie supérieure des pieux doit être vibrée légèrement sur 2 m de hauteur.

15.4.4 MODE DE PAIEMENT

15.4.4.1 Coffrages et pontage

À moins que les coffrages fassent l'objet d'un article au bordereau, tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage, y compris notamment les coûts de fourniture des coffrages, des attaches ou des tirants de coffrage et de la doublure de coffrage, de la mise en œuvre ainsi que de l'enlèvement des coffrages, sont inclus dans le prix des ouvrages pour lesquels des coffrages sont requis.

15 | Ouvrages d'art

Si les coffrages font l'objet d'un article particulier au bordereau, ils sont payés au mètre carré de surface venant en contact avec le béton à couler. Le prix couvre notamment la fourniture des coffrages, des attaches de coffrage et de la doublure de coffrage, la mise en œuvre ainsi que l'enlèvement des coffrages, et il inclut toute dépense incidente.

À moins que le pontage fasse l'objet d'un article au bordereau, tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage, y compris notamment les coûts de fourniture des matériaux, de la mise en œuvre de l'ouvrage ainsi que de son enlèvement, sont inclus dans le prix des ouvrages pour lesquels le pontage est requis.

Si le pontage fait l'objet d'un article particulier au bordereau, il est payé au mètre carré de surface horizontale de plancher de pontage. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la mise en œuvre ainsi que l'enlèvement du pontage, et il inclut toute dépense incidente.

15.4.4.2 Étalement

L'étalement est payé à prix global. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, le remplissage, le nivellement, le compactage du remblai pour asseoir l'étalement, la fourniture et l'enfoncement des pieux lorsqu'ils sont nécessaires, la mise en œuvre ainsi que l'enlèvement complet de l'étalement, et il inclut toute dépense incidente.

Si l'étalement ne fait pas l'objet d'un article particulier au bordereau, l'entrepreneur doit en répartir les coûts dans le prix unitaire ou global des ouvrages pour lesquels l'étalement est requis.

15.4.4.3 Armature

Les barres d'armature sont payées au kilogramme selon les quantités placées dans les coffrages. La masse linéique est déterminée en fonction de la désignation des barres indiquée dans la norme CSA G30.18 « Barres d'acier au carbone pour l'armature du béton ». Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la galvanisation lorsque cela est stipulé aux plans et devis, la fixation des armatures ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Seules les barres de support ou les supports formés de treillis de barres d'armatures soudées indiqués aux plans et devis sont payés au prix unitaire des armatures. Le calcul des quantités s'effectue sur la base de l'espacement maximal indiqué aux plans et devis. Le prix couvre alors les coûts de fourniture des barres et supports,

la protection par galvanisation lorsque cela est stipulé aux plans et devis, la fixation des armatures pour assembler les treillis s'il y a lieu ainsi que la mise en œuvre. Les autres barres de support ou les supports sous forme de treillis doivent être inclus dans le prix des ouvrages pour lesquels ils sont nécessaires, incluant tous les frais mentionnés précédemment.

Les armatures additionnelles ajoutées lorsque les barres existantes à conserver sont amincies par la corrosion, ou pour relier une nouvelle dalle aux poutres, sont payées au prix unitaire des armatures.

Les jonctions mécaniques sont payées à l'unité. Le prix comprend le filetage des barres d'armature, la galvanisation, si requis, la mise en œuvre ainsi que toute dépense incidente.

15.4.4.4 Ancrages

À moins que les ancrages fassent l'objet d'un article au bordereau, tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de ces ouvrages, y compris notamment les coûts de la fourniture des tiges métalliques et du coulis cimentaire ou du produit d'ancrage chimique, du forage des trous, de la mise en œuvre ainsi que de la réalisation des essais sur ancrages témoins lorsque ceux-ci sont spécifiés aux plans et devis, sont inclus dans le prix unitaire du béton des ouvrages pour lesquels des ancrages sont requis.

Si les ancrages font l'objet d'un article particulier au bordereau, ils sont payés à l'unité. Cet article exclut cependant les ancrages utilisés en remplacement des tirants servant à maintenir en place les coffrages et qui sont requis pour la mise en place du béton sur du béton existant. Ces ancrages ne font l'objet d'aucun article au bordereau et tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de ces ouvrages sont inclus dans le prix des coffrages. Le prix couvre notamment la fourniture des tiges métalliques et du coulis cimentaire ou du produit d'ancrage chimique, le forage des trous, la mise en œuvre ainsi que la réalisation des essais sur ancrages témoins lorsque ceux-ci sont spécifiés aux plans et devis, et il inclut toute dépense incidente.

15.4.4.5 Béton

À moins d'une indication contraire au bordereau, le béton est payé au mètre cube et les quantités sont calculées suivant les dimensions théoriques. Ces dimensions excluent le volume intérieur des pièces évidées, mais incluent celui des gaines de précontrainte. Par contre, dans le cas d'une dalle sur poutres, la quantité de béton

15 | Ouvrages d'art

de la dalle est augmentée de la quantité de béton nécessaire à la construction des goussets. Le prix couvre notamment :

- la fourniture des fiches descriptives des mélanges, la fourniture des matériaux : les coffrages, s'ils ne font pas l'objet d'un article particulier au bordereau, les chanfreins, les drains d'une culée-galerie ainsi que la préparation des surfaces à conserver, la mise en œuvre, la finition et la cure du béton, les joints de construction, les joints d'articulation, les joints de contrôle, la correction et le nettoyage des surfaces;
- les deux plates-formes de travail utilisées pour la finition et pour la mise en place de la cure des dalles;
- la réalisation de l'essai de convenue lorsque requis. Si l'essai de convenue est réalisé en dehors de l'ouvrage à construire, le prix du béton pour l'essai est fixé à 1250\$ du mètre cube. Lorsque l'essai de convenue est réalisé dans la semelle ou la dalle de transition de l'ouvrage à construire, ce béton est payé selon le prix de l'ouvrage au bordereau, mais le prix de l'essai de caractérisation du béton équivaut au prix de 1 m³ de l'ouvrage payé au bordereau. Lorsque le prix du béton est fixé par le Ministère, ce prix inclut le coût de la réalisation des essais de caractérisation du béton ainsi que toute dépense incidente. Un seul essai de convenue est payé par type de béton. L'essai de convenue est payé seulement lorsque ses résultats sont conformes. Toute reprise est aux frais de l'entrepreneur;
- la réalisation d'un second essai de convenue lorsque requis. Celui-ci est payé pour le même type de béton dans le cas où les constituants d'un mélange doivent être modifiés en raison de la période d'interdiction d'utiliser des liants ternaires. Ce second essai de convenue est payé selon les mêmes modalités que le premier et uniquement pour la période couverte par les délais prévus au contrat. Les frais engagés par l'entrepreneur en dehors de ces délais sont à sa charge;
- le refroidissement des constituants du béton;
- le chauffage des constituants du béton;
- lorsque requis, la réalisation des essais sur éprouvettes témoins;
- la fourniture du géotextile, des drains, des plaques perforées et des planches asphaltiques de la dalle de transition;
- la fourniture des plaques en acier ainsi que le néoprène des butoirs;

- la fourniture ou le rallongement des barbacanes;
- la fourniture de la membrane d'étanchéité pour joints pour étancher les fissures sur les surfaces de béton à remblayer;

ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Si le béton des diaphragmes ne fait pas l'objet d'un article particulier au bordereau, ce béton est payé selon le prix du béton de dalle du bordereau.

L'entrepreneur qui décide de bétonner un ouvrage sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite du surveillant se voit imposer, à titre de dommages et intérêts liquidés, une retenue permanente équivalente à la valeur du béton coulé en place, et ce, sans égard à la conformité du béton.

De plus, il assume, le cas échéant, tous les risques associés, notamment les coûts liés aux inspections et aux vérifications, et tous les autres frais occasionnés pour le Ministère et ses mandataires pour en vérifier la conformité, et s'expose à ce que l'ouvrage visé soit en tout ou en partie refusé.

15.4.4.5.1 Calcul du prix unitaire révisé du béton

Si la résistance moyenne d'un lot ayant plus d'un échantillon se situe entre la résistance moyenne tolérable et la résistance critique, le prix unitaire (PU) est ajusté à l'aide de la formule suivante :

$$PR_r = PU \times (R/R_t)$$

où

PR_r : prix révisé pour la résistance

PU : prix unitaire du béton au bordereau, auquel sont ajoutés les prix pour la protection par temps froid s'il y a lieu ainsi que ceux pour les coffrages si ces derniers font l'objet d'un article particulier au bordereau

R : résistance moyenne mesurée

R_t : résistance moyenne tolérable

Lorsque le paiement du béton n'est pas prévu au mètre cube au bordereau, le prix unitaire (PU) est fixé à 2 000\$ du mètre cube. La retenue permanente à titre de dommages-intérêts liquidés est égale à la différence entre le prix révisé (PR_r) et 2 000\$ pour chaque mètre cube de béton mis en place; le volume de béton mis en place est calculé d'après les dimensions théoriques.

15.4.4.6 Finition du béton durci

La finition du béton durci est payée au mètre carré de surface traitée. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.



15 | Ouvrages d'art

15.4.4.7 Imperméabilisation du béton, recouvrement avec enduit de surface et injection de fissure

L'imperméabilisation des surfaces est payée au mètre carré de surface recouverte. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, le traitement et le nettoyage des surfaces ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Le recouvrement avec enduit de surface est payé au mètre carré. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, le nettoyage des surfaces (s'il n'est pas déjà payé à un autre article du bordereau), l'application de l'enduit protecteur sur l'armature apparente ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

La mobilisation et la démobilitation en vue de travaux d'injection de fissures sont payées selon un prix global. Le prix couvre la fourniture du plan de travail, les frais pour l'accès aux ouvrages faisant l'objet d'une injection, le transport, l'installation et l'enlèvement des équipements.

L'injection dans les fissures est payée au mètre linéaire de fissure scellée et injectée, et ce, pour chacune des faces verticales opposées d'un élément. La longueur des fissures est mesurée en additionnant chaque segment de fissure injectée comprise entre deux injecteurs. Le prix couvre notamment la fourniture des produits et des équipements, la pose et l'enlèvement du produit de colmatage sur les faces d'un élément, le nettoyage de toutes les surfaces, la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Le scellement des fissures sans injection est payé au mètre linéaire de fissure traitée, et ce, pour chaque face d'un élément. La longueur des fissures correspond à la longueur scellée qui n'est pas comprise entre deux injecteurs. Les segments sont mesurés de façon linéaire d'une extrémité de fissure scellée jusqu'à l'autre extrémité de cette fissure, jusqu'à la rencontre d'un injecteur ou jusqu'à l'interception d'une fissure injectée entre deux injecteurs, selon le cas. Le prix couvre les produits et les équipements, la pose et l'enlèvement du produit de colmatage, le nettoyage de toutes les surfaces, la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

15.4.4.8 Bétonnage par temps chaud

Les frais liés au refroidissement du béton, au bétonnage de nuit ou à tout autre procédé approuvé de mise en place du béton par temps chaud doivent être inclus dans le prix unitaire du béton.

15.4.4.9 Bétonnage par temps froid

Les frais liés au chauffage requis à la suite de la correction de travaux défectueux sont à la charge de l'entrepreneur.

15.4.4.9.1 Protection durant la période de cure

La protection de type 1 est payée au mètre carré de surface de nouveau béton non coffrée et qui est recouverte d'un isolant. Dans le cas des réparations sans surépaisseur, la surface de béton venant en contact avec les coffrages et recouverte d'un isolant est payée au mètre carré.

La protection de type 2 et le chauffage du béton sont payés au mètre carré de nouveau béton en contact avec chacun des éléments suivants : le sol, un coffrage, le béton existant d'un joint de coulée prévu aux plans ou un béton à conserver. Dans le cas des pieux caissons et des pieux tubulaires, cette protection est payée au mètre carré de nouveau béton en contact avec la paroi intérieure du pieu, et ce, jusqu'à une profondeur de 2 m sous le niveau du sol environnant.

La protection de type 3 et le chauffage du béton sont payés au mètre carré de nouveau béton en contact avec chacune des surfaces d'un coffrage ou une poutre, à l'exception de l'isolant, qui est payé au mètre carré de surface de dalle recouverte d'un isolant.

Dans le cas où un portique est bétonné avec un joint de construction entre les béquilles et la dalle, et où la protection de type 4 pour la dalle est précédée par une protection de type 2 pour les béquilles, la surface de nouveau béton en contact avec les coffrages des béquilles est incluse dans le paiement de la protection de type 2.

Dans le cas où un portique est bétonné sans joint de construction entre les béquilles et la dalle, la surface de nouveau béton en contact avec les coffrages verticaux situés sur la face intérieure des béquilles, sur toute leur hauteur, est incluse dans le paiement de la protection de type 4. Les autres surfaces de béton en contact avec les coffrages des béquilles sont alors incluses dans le paiement de la protection de type 2.

La protection de type 4 et le chauffage du béton sont payés au mètre carré de surface de nouveau béton en contact avec un coffrage, à l'exception de l'isolant, qui est payé au mètre carré de surface de dalle recouverte d'un isolant.

15 | Ouvrages d'art

Les frais liés à la protection du béton lors du bétonnage par temps froid sont payés uniquement selon les prix du tableau suivant :

Type de protection	Prix
Type 1 : Isolant (par couche)	12,50 \$/m ²
Type 2 : Abri et chauffage du nouveau béton mis en place	104,50 \$/m ²
Type 3 : Abri et chauffage du nouveau béton mis en place	99,00 \$/m ²
Isolant sur le dessus du béton (par couche)	12,50 \$/m ²
Type 4 : Abri et chauffage du nouveau béton mis en place	69,00 \$/m ²
Isolant sur le dessus du béton (par couche)	12,50 \$/m ²

Ces prix sont fixés par le Ministère; toute dépense excédentaire doit être incluse dans le prix du béton.

15.4.4.9.2 Protection après la période de cure

Le chauffage du béton après la période de cure est au frais de l'entrepreneur, sauf dans le cas du béton précontraint par post-tension.

Dans le cas du béton précontraint par post-tension, la protection est payée pour une période additionnelle maximale de 10 jours suivant la fin de la cure. Dans le cas de la précontrainte transversale dans une dalle, la protection est payée pour une période additionnelle maximale de 7 jours suivant la fin de la cure.

Dans les deux cas précédents, les frais de protection additionnels sont payés au mètre carré par jour à un taux équivalent à 2 % du taux établi pour l'ouvrage « Abri et chauffage du nouveau béton mis en place ». Le chauffage du béton en place après cette période supplémentaire, nécessaire pour terminer la période de protection suivant l'injection du coulis, est aux frais de l'entrepreneur.

15.4.4.10 Bétonnage sous l'eau

Le bétonnage sous l'eau est payé au mètre cube de béton. La quantité payée est la quantité théorique.

Le prix couvre notamment la fourniture des fiches descriptives du béton, la fourniture et la pose des matériaux : les coffrages, s'ils ne font pas l'objet

d'un article particulier au bordereau, les chanfreins ainsi que la préparation des surfaces à conserver, la mise en œuvre, les inspections par des plongeurs, le déflecteur de courant lorsque celui-ci est requis, les joints de construction, les joints d'articulation, la correction des surfaces et la finition du béton, et il inclut toute dépense incidente.

Si la base d'étanchement à l'intérieur d'un batardeau ne fait pas l'objet d'un article particulier au bordereau, l'entrepreneur doit en inclure le coût total dans le prix unitaire du béton de l'élément pour lequel la base d'étanchement est requise.

15.5 OUVRAGES EN BÉTON PRÉFABRIQUÉS

L'expression « ouvrages en béton préfabriqués » désigne tout type d'ouvrage en béton, en béton armé ou en béton précontraint dont la fabrication est réalisée à un autre endroit que celui de son emplacement définitif. En plus des éléments de pont comme les semelles, les unités de fondation, le tablier, les poutres, les dalles avec ou sans chasse-roues ou glissières, elle inclut aussi notamment les éléments en béton des murs de soutènement et des ponceaux ainsi que les massifs de fondation. Elle exclut les dalles pour chaussées, les blocs remblais et les éléments conformes aux normes BNQ 2622-126 « Tuyaux et branchements latéraux monolithiques en béton armé et non armé pour l'évacuation des eaux d'égout domestique et pluvial », BNQ 2622-420 « Regards d'égout, puisards, chambres des vannes et postes de pompage préfabriqués en béton armé » et BNQ 2624-210 « Bordures en béton préfabriquées – Caractéristiques dimensionnelles, géométriques et physiques ».

Dans cette sous-section, le terme *béton* réfère au béton utilisé pour la préfabrication d'éléments en béton. Le terme *usine de préfabrication* réfère à l'usine où sont fabriqués les éléments préfabriqués en béton.

À moins d'une indication contraire dans cette sous-section, les exigences de la norme CSA A23.4 « Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux » s'appliquent.

Dans cette sous-section, les exigences relatives aux dalles s'appliquent également aux systèmes préfabriqués.

Cette sous-section couvre les exigences de matériaux, de l'assurance de la qualité et de la fabrication des éléments jusqu'à leur transport au chantier.

15 | Ouvrages d'art

15.5.1 MATÉRIAUX

15.5.1.1 Béton

Le béton doit être conforme à la norme 3101 du Ministère.

15.5.1.2 Armature

Les armatures et les jonctions mécaniques des barres doivent être conformes à la norme 5101 du Ministère. Lorsque les barres d'armature sont galvanisées, les jonctions mécaniques doivent aussi être galvanisées.

Les barres crénelées en acier au carbone (non revêtues ou galvanisées) doivent être de nuance 400W ou 500W.

Lorsqu'un treillis d'acier à mailles soudées est exigé, ce dernier doit être fabriqué de fil d'acier crénelé.

15.5.1.3 Armature de précontrainte

L'armature de précontrainte doit être conforme à la norme 5201 du Ministère.

L'armature de précontrainte doit être propre et exempte de rouille, d'huile, de saleté, de scories de laminage et de piqûres. Une mince couche de rouille est cependant jugée admissible.

Les tourets de torons localisés à proximité du banc de précontrainte doivent être protégés de façon à éviter tout contact avec la vapeur servant à la cure du béton.

15.5.1.4 Ferrures

L'acier des ferrures utilisées pour un élément en béton précontraint, notamment celui des garnitures d'insertion et des tuyaux, ne doit pas être galvanisé.

15.5.1.5 Matériaux de cure

Les matériaux de cure doivent être conformes à la norme 3501 du Ministère.

15.5.1.6 Mortiers cimentaires en sacs

Les mortiers cimentaires en sacs doivent être conformes à la norme 3801 du Ministère.

15.5.1.7 Produits d'ancrage

Les coulis cimentaires doivent être conformes à la norme 3901 du Ministère. Dans le cas des ancrages chimiques, la résistance minimale à l'arrachement doit être conforme aux exigences de cette même norme.

15.5.1.8 Doublure de coffrage

La doublure de coffrage doit être conforme à la norme 31001 du Ministère.

15.5.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

15.5.2.1 Béton

Il est de la responsabilité de l'entrepreneur d'établir les proportions des mélanges de béton de façon à répondre aux exigences des plans et devis et à produire les propriétés rhéologiques convenant au mode de mise en place et au maintien des caractéristiques physiques du béton.

Dans le cas où la méthode de transport ou de mise en place du béton plastique pourrait affecter les propriétés du béton de telle sorte que celui-ci ne respecte plus les exigences lorsqu'il est en place dans l'élément, l'entrepreneur doit déterminer, avec l'ensemble des intervenants, notamment le fabricant de béton, les paramètres nécessaires à l'obtention d'un béton conforme aux exigences du Ministère et commander le béton avec les spécifications appropriées.

Lorsque la teneur en air est vérifiée simultanément par l'entrepreneur, dans le cadre de la vérification préalable, et par le Ministère, dans le cadre du contrôle de réception, et que l'écart entre les 2 résultats est inférieur ou égal à 1 %, leur moyenne doit être utilisée pour déterminer la conformité du béton.

Le mur de soutènement homologué doit être de couleur uniforme. Les éléments de façade d'un mur doivent tous être fabriqués avec le même type de béton et le même liant. Lorsque plus d'une formule de mélange est employée pour un même mur, des échantillons devront être fabriqués selon les exigences de l'article 26.2 de la norme CSA A23.4 « Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux » pour chacune des formules, et la texture et la couleur doivent être approuvées par le surveillant lors de la réunion préalable à la fabrication.

Les éléments d'un ponceau doivent tous être fabriqués avec le même type de béton.

15.5.2.1.1 *Système qualité conforme à la norme ISO des cimenteries et des centrales de malaxage à sec*

Le ciment doit provenir d'une cimenterie qui détient un certificat d'enregistrement attestant que le système qualité est conforme à la norme ISO 9001 « Systèmes de management de la qualité ». Si des ajouts cimentaires sont mélangés au ciment à l'aide d'une centrale de malaxage à sec après la fabrication en cimenterie, cette centrale de malaxage à sec doit également détenir un tel certificat.

15 | Ouvrages d'art

15.5.2.1.2 Certification de l'usine de préfabrication d'éléments en béton préfabriqués

Les éléments en béton non précontraint doivent être produits par une usine de préfabrication certifiée soit par :

- l'Association canadienne de normalisation (CSA) selon les exigences de la norme CSA A23.4 « Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux »;
- le programme de certification BNQ 2624-940 « Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux – Fascicule de certification (élaboré à partir des exigences de la norme CSA A23.4) »;
- le programme de certification de l'Assurance qualité du béton préfabriqué du Canada (AQBPC), selon les exigences de la norme CSA A23.4 « Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux », pour les produits en béton préfabriqué structural.

Pour les éléments en béton armé non précontraint de pont, de ponceaux voûtés et de ponceaux rectangulaires, l'usine de préfabrication doit être certifiée dans la catégorie B1 ou BA1 « Éléments de ponts en béton préfabriqués ». Pour les autres éléments non précontraints, l'usine doit être certifiée dans la catégorie C, D ou S.

Les éléments en béton précontraint doivent être produits par une usine de préfabrication certifiée par le programme de certification de l'Assurance qualité du béton préfabriqué du Canada (AQBPC), selon les exigences de la norme CSA A23.4 « Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux », dans la catégorie B3 ou BA3 « Éléments de ponts en béton précontraint à torons droits », lorsque l'élément ne comporte que des torons droits, ou B4 ou BA4 « Éléments de ponts en béton précontraints à torons fléchis » pour les autres éléments.

Le certificat doit être obtenu avant le début de la fabrication, et la certification doit être maintenue pendant toute la durée de fabrication et de mise en place des éléments.

Lorsque le béton utilisé pour la confection des éléments n'est pas produit par l'usine de préfabrication, il doit être produit et livré par une usine de béton prêt à l'emploi qui détient une certification assujettie aux exigences du fascicule BNQ 2621-905 « Béton prêt à l'emploi – Programme de certification (élaboré à partir de certaines

exigences des normes CSA A23.1/A23.2) ». Le certificat de conformité doit être obtenu avant le début de la fabrication du béton et la certification doit être maintenue pendant toute la période de production du béton.

15.5.2.1.3 Vérification préalable à la réception du béton et vérification de la résistance à la compression du béton par l'entrepreneur

La vérification préalable du béton doit être réalisée par l'entrepreneur et consiste à vérifier la teneur en air, l'affaissement, l'étalement et la température du béton plastique avant le contrôle de réception de ces caractéristiques par le Ministère. Ces vérifications doivent être réalisées à l'usine de préfabrication selon les méthodes décrites à l'article « Contrôle de réception » de la présente sous-section, y compris en ce qui a trait à l'échantillonnage, qui doit se faire au point de décharge du camion lorsque le béton est mis en place à partir de la goulotte du camion ou à la sortie du godet lorsque ce mode de mise en place est utilisé.

Le personnel mandaté par l'entrepreneur pour vérifier le béton plastique doit détenir une certification « Technicien d'essai du béton au chantier – Niveau I » décernée par l'American Concrete Institute (ACI). Ce certificat doit être présenté au surveillant avant toute vérification du béton.

La vérification préalable des caractéristiques du béton plastique est effectuée par l'entrepreneur sur chaque chargement pour tous les types d'éléments lorsque le béton est livré par camion malaxeur.

Lorsque le béton est produit à l'usine de préfabrication, la vérification préalable des caractéristiques du béton plastique est effectuée par l'entrepreneur aux cadences suivantes :

- au moins une fois tous les 6 m³ pour les poutres en béton précontraint;
- pour chaque poutre en béton précontraint lorsque le volume de celle-ci est inférieur à 6 m³;
- pour chaque élément de grandes dimensions défini comme un élément ayant un volume d'au moins 2 m³;
- pour chaque élément de dalle;
- au moins une fois tous les 10 m³ pour les autres éléments et avec un minimum d'une vérification par cycle de production.

Les caractéristiques mesurées par l'entrepreneur doivent être transmises sur-le-champ au surveillant.

15 | Ouvrages d'art

Sauf dans le cas des poutres en béton précontraint, l'entrepreneur doit prélever des échantillons et réaliser des éprouvettes pour la vérification de la résistance à la compression. La vérification de la résistance à la compression doit être conforme aux exigences de l'article « Contrôle de réception » de la présente sous-section.

Dans le cas des éléments ayant un volume d'au moins 2 m³, un échantillon doit être prélevé pour chaque élément. Dans le cas des autres éléments, un échantillon doit être prélevé tous les 30 m³ avec un minimum d'un échantillon par cycle de production. Cet échantillon est composé de 4 éprouvettes : 1 éprouvette pour l'essai à 24 heures, 1 éprouvette pour l'essai à 7 jours et 2 éprouvettes pour celui à 28 jours.

Les résultats des essais de résistance à la compression doivent être transmis au surveillant dans un délai maximal de 24 heures suivant chaque essai.

Lorsque des essais sur éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que l'élément sont exigés, au moins 3 éprouvettes témoins par bétonnage doivent être fabriquées. Les éprouvettes doivent avoir les mêmes caractéristiques que celles décrites à l'article « Contrôle de réception » de la présente sous-section. Ces éprouvettes doivent être mûries à l'usine de préfabrication, dans des conditions de température représentant celles du béton en surface de l'élément et selon la même méthode de cure que celle qui est employée pour l'élément à l'usine de préfabrication. Il ne doit pas s'écouler plus de 6 heures entre la récupération des éprouvettes témoins à l'usine de préfabrication et la réalisation de l'essai de résistance à la compression du béton en laboratoire.

15.5.2.1.4 Contrôle de réception

Le Ministère effectue un contrôle de réception sur tous les types de béton.

a) Méthodes d'échantillonnage et d'essai sur le béton plastique et durci

Les méthodes d'échantillonnage et d'essai sur le béton plastique et durci doivent être conformes aux exigences de la sous-section « Ouvrages en béton ». Les exigences relatives aux bétons de type XVII s'appliquent aux bétons de type XVII-P. Les exigences d'expédition des éprouvettes de béton de l'usine de préfabrication au laboratoire sont les mêmes que celles applicables du chantier au laboratoire présentées à la sous-section « Ouvrages en béton ».

b) Vérification des caractéristiques du béton plastique

Le Ministère vérifie les caractéristiques du béton plastique (teneur en air, affaissement, étalement et température du béton) avant de procéder à la mise en place du béton.

L'entrepreneur doit attendre les résultats des essais de vérification sur le béton plastique avant de poursuivre le déchargement du béton.

Ces vérifications doivent être effectuées au point de décharge du camion lorsque le béton est mis en place à partir de la goulotte du camion ou à la sortie du godet lorsque ce mode de mise en place est utilisé.

Les essais de vérification de la teneur en air, de la température, de l'affaissement et de l'étalement doivent également être réalisés lors de la confection des éprouvettes destinées aux essais de résistance à la compression.

Tout chargement non conforme aux exigences de la teneur en air, de la température, de l'affaissement ou de l'étalement est refusé et non payé.

• Cadence des vérifications

La vérification des caractéristiques du béton plastique est effectuée par le Ministère sur chaque chargement pour tous les types d'éléments lorsque le béton est livré par camion malaxeur.

Lorsque le béton est produit à l'usine de préfabrication, la vérification des caractéristiques du béton plastique est effectuée par le Ministère aux cadences suivantes :

- ♦ au moins une fois tous les 6 m³ pour les poutres en béton précontraint;
- ♦ pour chaque poutre en béton précontraint lorsque le volume de celle-ci est inférieur à 6 m³;
- ♦ pour chaque élément de grandes dimensions défini comme un élément ayant un volume d'au moins 2 m³;
- ♦ pour chaque élément de dalle;
- ♦ au moins une fois tous les 10 m³ pour les autres éléments et avec un minimum d'une vérification par cycle de production.

Si l'entrepreneur a choisi de mandater un laboratoire enregistré pour vérifier les caractéristiques du béton plastique selon les modalités prévues à l'article « Possibilité offerte à l'entrepreneur de vérifier les caractéristiques du béton plastique à l'usine de préfabrication », l'entrepreneur doit fournir au Ministère un rapport de vérification.



15 | Ouvrages d'art

et qu'aucun ajustement du béton n'est nécessaire à la suite des vérifications du chargement, les résultats des essais relatifs aux caractéristiques du béton plastique retenus pour ce chargement sont ceux obtenus lors de la vérification préalable du béton.

c) Vérification de la résistance à la compression du béton

La vérification de la résistance à la compression du béton doit être conforme aux exigences de la sous-section «Ouvrages en béton», avec les précisions suivantes.

Le prélèvement du béton doit être effectué à partir du même échantillon utilisé pour vérifier et contrôler les caractéristiques du béton plastique, soit au point de décharge du camion lorsque le béton est mis en place à partir de la goulotte du camion ou à la sortie du godet lorsque ce mode de mise en place est utilisé.

En plus, dans le cas d'éléments soumis à une cure accélérée selon les exigences de la norme CSA A23.4 «Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux», les éprouvettes doivent être placées sur une surface horizontale rigide, exempte de vibrations et d'autres perturbations et soumises à la cure accélérée avec les éléments. À la suite de cette cure, les éprouvettes doivent être soumises à une cure en laboratoire selon les exigences de la norme CSA A23.2-3C «Confection et cure des éprouvettes de béton destinées aux essais de compression et de flexion».

• Cadence d'échantillonnage

La cadence d'échantillonnage pour la vérification de la résistance à la compression du béton doit être conforme aux exigences de la sous-section «Ouvrages en béton», avec les précisions suivantes :

Dans le cas des poutres en béton précontraint, un lot représente le volume de béton d'un même type livré à l'intérieur d'une période de 30 jours jusqu'à un maximum de 24 poutres. Un échantillon doit être prélevé pour chaque poutre. Cet échantillon est composé d'au moins 4 éprouvettes pour effectuer les essais de résistance à la compression : 1 éprouvette pour l'essai à 7 jours et 3 éprouvettes pour celui à 28 jours.

Dans le cas des éléments ayant un volume d'au moins 2 m³ autres que des poutres en béton précontraint, un échantillon doit être prélevé pour chaque élément. Dans le cas

des autres éléments, un échantillon doit être prélevé tous les 30 m³ avec un minimum d'un échantillon par cycle de production. Cet échantillon est composé de 3 éprouvettes : 1 éprouvette pour l'essai à 7 jours et 2 éprouvettes pour celui à 28 jours.

d) Vérification du réseau de bulles d'air ($\bar{L}$)

Les moules en plastique à base de polyuréthane utilisés pour le prélèvement des éprouvettes destinées à l'essai de distribution du réseau de bulles d'air sont réutilisables. L'utilisation des moules en plastique ABS est interdite. Les dimensions des moules sont les suivantes : diamètre intérieur nominal de 100 mm, hauteur intérieure nominale de 200 mm et épaisseur minimale des parois de 3,4 mm.

Le prélèvement du béton doit être effectué à partir du même échantillon utilisé pour vérifier et contrôler les caractéristiques du béton plastique, soit au point de décharge du camion lorsque le béton est mis en place à partir de la goulotte du camion ou à la sortie du godet lorsque ce mode de mise en place est utilisé.

L'entrepreneur doit maintenir à l'usine de préfabrication un endroit propre à l'entreposage et à la cure des éprouvettes de béton, soit une surface horizontale rigide, exempte de vibrations et d'autres perturbations. Dans le cas où les éprouvettes doivent être transportées par un transporteur public, un emballage adéquat doit être prévu pour les protéger contre les chocs mécaniques et les conditions défavorables.

La méthode de vérification de la distribution du réseau de bulles d'air doit être conforme à la norme ASTM C-457/C457M «Standard Test Method for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete». Le facteur d'amplification doit être compris entre 100 et 125.

• Cadence d'échantillonnage

Un échantillon doit être prélevé par le Ministère pour chaque ouvrage en béton préfabriqué. Si un même ouvrage en béton préfabriqué est produit dans plusieurs usines de préfabrication différentes, un échantillon doit être prélevé dans chaque usine. Dans le cas où plus d'une formule de mélange est utilisée pour un même ouvrage, un échantillon doit être prélevé pour chaque formule. Lorsque la production des éléments en béton préfabriqués d'un même ouvrage s'étend sur plus de 30 jours, un échantillon doit être prélevé pour chaque période de 30 jours.

15 | Ouvrages d'art

e) Essai de convenue

L'entrepreneur doit effectuer un essai de convenue s'il utilise une nouvelle formule de mélange ou si la formule de mélange proposée n'a pas été utilisée depuis plus de deux ans pour un ouvrage du Ministère. L'essai de convenue consiste à effectuer une coulée représentative du mode de mise en place en utilisant une quantité minimale de 1 m³ si le béton est produit à l'usine de préfabrication de ces éléments ou de 5 m³ si le béton est produit et livré par un autre fabricant de béton. L'entrepreneur doit faire l'essai de convenue en dehors de l'élément.

L'entrepreneur doit fournir au surveillant les fiches descriptives des mélanges et les résultats des essais antérieurs de résistance à la compression à 24 heures, ainsi qu'à 7 et à 28 jours, au moins 14 jours avant de procéder à cet essai.

Une réunion préalable à l'essai de convenue, regroupant les représentants de l'entrepreneur, de l'usine de préfabrication, du fabricant de béton et du Ministère, doit être tenue au moins 7 jours avant la réalisation de l'essai de convenue. L'entrepreneur doit donner au surveillant un avis écrit d'au moins 24 heures, précisant la date et l'heure de l'essai de convenue.

L'entrepreneur doit effectuer l'essai de convenue d'un béton au moins 14 jours avant la date prévue pour la première coulée avec ce béton.

L'entrepreneur doit vérifier la conformité des caractéristiques du béton (teneur en air, affaissement, étalement, température, résistance à la compression et caractéristiques du réseau de bulles d'air) en réalisant l'essai de convenue. Pour ces vérifications, le prélèvement du béton doit être effectué au point de décharge du camion lorsque le béton est mis en place à partir de la goulotte du camion ou à la sortie du godet lorsque ce mode de mise en place est utilisé. Le résultat individuel concernant les caractéristiques du réseau de bulles d'air doit être conforme à la valeur moyenne prescrite à la norme 3101 du Ministère. Cet essai permet également à l'entrepreneur de faire les ajustements qu'il juge nécessaires pour obtenir les propriétés rhéologiques convenant au mode de mise en place et au maintien des caractéristiques physiques du béton.

À la suite de l'essai de convenue, l'entrepreneur peut procéder à une première coulée avec ce béton seulement après que les résultats des essais de résistance à la compression à 14 jours et de caractéristiques du réseau de bulles d'air entraîné

sont connus, transmis au surveillant et acceptés par écrit par ce dernier sur la base de résultats satisfaisants. Par contre, le surveillant se réserve la possibilité d'attendre les résultats des essais à 28 jours. Le fait que le surveillant ait autorisé le bétonnage ne dégage pas l'entrepreneur de sa responsabilité de fournir des bétons conformes aux exigences.

L'entrepreneur doit réaliser un nouvel essai de convenue si les résultats de l'essai ne sont pas conformes aux exigences ou s'il y a un changement de l'un des constituants du béton à la fiche descriptive du mélange.

f) Possibilité offerte à l'entrepreneur de vérifier les caractéristiques du béton plastique à l'usine de préfabrication

La possibilité offerte à l'entrepreneur de vérifier les caractéristiques du béton plastique doit être conforme aux exigences de la sous-section «Ouvrages en béton», à l'exception de l'article «Vérification des caractéristiques du béton plastique» de la présente sous-section qui s'applique.

g) Possibilité offerte à l'entrepreneur de déléguer un observateur au laboratoire désigné par le Ministère

La possibilité offerte à l'entrepreneur de déléguer un observateur au laboratoire désigné par le Ministère doit être conforme aux exigences de la sous-section «Ouvrages en béton».

15.5.2.1.5 Conformité de la résistance à la compression du béton

a) Limite supérieure de la résistance

Les exigences relatives à la limite supérieure de la résistance de la sous-section «Ouvrages en béton» s'appliquent.

b) Rejet du béton

Les exigences relatives au rejet du béton de la sous-section «Ouvrages en béton» s'appliquent avec la précision suivante.

Dans le cas des poutres en béton précontraint, lorsque les mesures indiquent que la résistance d'un échantillon est inférieure à 94 % de la résistance exigée, la poutre représentée par l'échantillon n'est pas payée et elle est rejetée.

c) Béton de résistance supérieure à la résistance exigée

Il n'y a pas de paiement en surplus pour du béton qui, par lots, a une résistance supérieure à la résistance exigée.

15 | Ouvrages d'art

d) *Résistance moyenne tolérable (R_t)*

Les exigences relatives à la résistance moyenne tolérable (R_t) de la sous-section «Ouvrages en béton» s'appliquent.

e) *Acceptation d'un lot*

Les exigences relatives à l'acceptation d'un lot de la sous-section «Ouvrages en béton» s'appliquent avec la précision suivante.

Dans le cas des poutres en béton précontraint, si la résistance moyenne d'un lot est supérieure à la résistance critique, soit 95 % de la résistance exigée, le lot est accepté et il est payé selon les modalités de l'article «Calcul du prix unitaire révisé du béton» de la sous-section «Ouvrages en béton». Sinon, les poutres sont considérées comme défectueuses et doivent être refaites aux frais de l'entrepreneur.

f) *Écart entre les résultats de 2 éprouvettes*

Les exigences relatives à l'écart entre les résultats de 2 éprouvettes de la sous-section «Ouvrages en béton» s'appliquent avec la précision suivante.

Dans le cas des poutres en béton précontraint, la résistance du béton est obtenue à partir de la moyenne des résultats des essais de résistance de 2 éprouvettes à 28 jours; l'écart des 2 résultats d'essais individuels doit être égal ou inférieur à 5 MPa. Si l'écart est supérieur à 5 MPa, la troisième éprouvette est alors fracturée et son résultat est considéré en combinaison avec l'une ou l'autre des 2 premières éprouvettes. Les 2 éprouvettes retenues pour le calcul de la moyenne doivent être les 2 éprouvettes ayant le plus petit écart. Si l'écart est égal ou inférieur à 5 MPa, la résistance est obtenue à partir de la moyenne des 2 valeurs conformes les plus élevées. Si l'écart est encore supérieur à 5 MPa, l'échantillon est jugé défectueux et la valeur de sa résistance n'est pas retenue pour l'évaluation de la conformité. La quantité de béton représentée par cet échantillon est alors payée à prix unitaire.

15.5.2.2 Armature

Les exigences d'assurance de la qualité relatives à l'armature de la sous-section «Ouvrages en béton» s'appliquent, à l'exception du lieu de livraison qui est l'usine de préfabrication.

15.5.2.3 Armature de précontrainte

15.5.2.3.1 Attestation de conformité

L'attestation de conformité de l'armature de précontrainte doit être conforme aux exigences de

la sous-section «Précontrainte» excepté qu'elle doit être remise pour chaque livraison et au moins 14 jours avant la réunion préalable à la fabrication.

15.5.2.3.2 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en 2 torons ou barres d'une longueur de 1500 mm par lot de production.

15.5.2.4 Matériaux de cure

Les exigences d'assurance de la qualité relatives aux matériaux de cure de la sous-section «Ouvrages en béton» s'appliquent.

15.5.2.5 Mortiers cimentaires en sacs

Les exigences d'assurance de la qualité relatives aux mortiers cimentaires en sacs de la sous-section «Ouvrages en béton» s'appliquent.

15.5.2.6 Produits d'ancrage

Les exigences d'assurance de la qualité relatives aux produits d'ancrage de la sous-section «Ouvrages en béton» s'appliquent.

15.5.2.7 Doublure de coffrage

Les exigences d'assurance de la qualité relatives à la doublure de coffrage de la sous-section «Ouvrages en béton» s'appliquent.

15.5.2.8 Attestation de conformité des éléments de façade de murs de soutènement homologués et des éléments de ponceaux

Au moins 24 heures avant chaque livraison au chantier d'éléments de façade de murs et d'éléments de ponceaux, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante :

- le nom et l'adresse de l'usine de préfabrication;
- le numéro de l'élément ou du lot d'éléments de murs de soutènement. Ce numéro doit correspondre aux plans d'atelier et doit être facilement repérable sur les éléments;
- le numéro de l'élément de ponceau. Ce numéro doit correspondre aux plans d'atelier et doit être facilement repérable sur les éléments;
- la liste des anomalies et des corrections apportées à la suite de l'inspection et de la correction des surfaces.

L'attestation de conformité doit être signée par un représentant de l'usine de préfabrication des éléments.

15 | Ouvrages d'art

15.5.3 MISE EN ŒUVRE

Lorsque l'entrepreneur est autorisé par le surveillant à fixer des coffrages ou des ouvrages provisoires sur des surfaces de béton, l'entrepreneur doit employer des ancrages mécaniques dont les éléments demeurant dans le béton doivent être en acier inoxydable. La partie des ancrages laissée dans le béton doit être située à une profondeur permettant de la recouvrir de 60 mm de mortier. Le remplissage des trous laissés par l'enlèvement des ancrages mécaniques doit être réalisé selon les exigences de l'article «Inspection, correction et nettoyage des surfaces» de la présente sous-section pour les trous laissés par les dispositifs de levage.

15.5.3.1 Documents requis

L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 14 jours avant la réunion préalable à la fabrication, les plans d'atelier pour chacun des éléments.

Ces plans d'atelier doivent contenir toute l'information nécessaire à la fabrication et à la surveillance des éléments et inclure, sans s'y limiter :

- l'identification des éléments;
- une vue en plan, avec coupes et détails présentant les dimensions de l'élément, les joints de construction et les chanfreins;
- le type de béton, la méthode de cure (y compris sa durée), la résistance à la compression minimale requise pour le démoulage et le transport;
- un plan d'armature complet, y compris des coupes détaillées, montrant l'espacement et la position des barres ainsi que leur enrobage minimal;
- un bordereau des armatures indiquant notamment, pour chaque type de barre, la nuance et le type d'acier (non revêtu, galvanisé ou inoxydable), leur diamètre, leur nombre, leur longueur et leur géométrie;
- le détail des tiges d'ancrage et des conduits;
- le détail des dispositifs de levage (y compris leur enrobage) et la masse des éléments.

De plus, dans le cas des ponceaux, l'entrepreneur doit fournir les plans d'atelier du dispositif mécanique permettant de relier et de retenir les éléments entre eux.

Pour les murs et les ponceaux homologués, les plans d'atelier doivent être signés et scellés par un ingénieur et vérifiés et signés par un ingénieur autre que le concepteur.

De plus, l'entrepreneur doit aussi fournir au surveillant, au moins 14 jours avant la réunion préalable à la fabrication, les documents suivants :

- les fiches descriptives des mélanges de béton;
- le certificat de qualification de l'usine de préfabrication exigé à l'article «Certification de l'usine de préfabrication d'éléments en béton préfabriqués»;
- le certificat de conformité de l'usine de béton prêt à l'emploi exigé à l'article «Certification de l'usine de préfabrication d'éléments en béton préfabriqués», si applicable;
- le certificat de qualification «Technicien d'essais du béton au chantier – Niveau 1», décerné par l'American Concrete Institute (ACI), de la personne affectée à la vérification préalable du béton et à la confection des éprouvettes nécessaires pour établir le moment de l'enlèvement des coffrages et celui de la fin de la cure;
- le certificat d'étalonnage de la presse à béton utilisée à l'usine de préfabrication. Ce dernier doit dater de moins de 12 mois;
- le certificat de qualification de l'entreprise chargée des travaux de soudage, les spécifications de soudage et les fiches techniques des modes opératoires de soudage ainsi que les cartes de compétence des soudeurs, tous selon la norme CSA W186 «Soudage des barres d'armature dans les constructions en béton armé», si applicable;
- le nom de l'aciérie qui a fabriqué l'armature;
- l'attestation de conformité de l'aciérie qui a fabriqué l'armature inoxydable, s'il y a lieu;
- le rapport d'essai exigé dans le cas où la limite de hauteur de chute ne peut pas être respectée.

Pour les éléments en béton précontraint, les plans d'atelier doivent aussi contenir, sans s'y limiter :

- le détail des garnitures d'insertion et des tuyaux servant à fixer les diaphragmes permanents;
- le détail des garnitures d'insertion servant à fixer les contreventements temporaires;
- le numéro d'identification de chacune des extrémités des éléments;
- la longueur des éléments, y compris une longueur additionnelle lors de la fabrication pour tenir compte du raccourcissement élastique du béton.

15 | Ouvrages d'art

Pour les éléments en béton précontraint, l'entrepreneur doit aussi fournir au surveillant, au moins 14 jours avant la réunion préalable à la fabrication, les documents suivants :

- le certificat d'étalonnage des vérins, des pompes et des manomètres utilisés. Le certificat d'étalonnage doit contenir l'information relative au modèle de vérin et au numéro de série. Il doit également inclure soit : l'aire du piston et la valeur des pertes internes ou la courbe de correction (pente et ordonnée à l'origine) obtenue conformément aux normes CSA A23.4 « Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux » et ASTM E4 « Standard Practices for Force Calibration and Verification of Testing Machines » avec une cellule de charge calibrée selon la norme ASTM E74 « Standard Practices for Calibration and Verification for Force-Measuring Instruments ». Le certificat doit dater de moins de 6 mois, et le certificat de calibration de moins de 2 ans;
- la fiche technique des garnitures d'insertion;
- l'échéancier de fabrication et l'ordre de fabrication des éléments;
- le plan indiquant l'ordre de mise en tension des torons;
- le plan indiquant l'ordre de coupe des torons pour chaque extrémité de la poutre;
- la liste des personnes affectées à la fabrication et leur qualification.

Les plans de l'ordre de mise en tension des torons et de l'ordre de coupe des torons doivent être signés et scellés par un ingénieur.

Au minimum 48 heures avant le bétonnage de l'élément en béton précontraint, l'entrepreneur doit fournir au surveillant :

- l'attestation de conformité de l'armature de précontrainte;
- la procédure de précontrainte (valeurs de mise en tension et allongements correspondant à la force de précontrainte requise).

La procédure de précontrainte doit être signée par un ingénieur.

15.5.3.2 Conditions de préfabrication

Au moins 3 heures avant le bétonnage et jusqu'à la fin de la cure, la température minimale de l'air en contact avec l'élément et ses coffrages doit être de 10 °C. Lors d'un bétonnage à ciel ouvert, la température maximale de l'air doit être de 30 °C.

Au moins 3 heures avant le bétonnage et jusqu'à la fin de celui-ci, les surfaces (béton existant, coffrages, armatures, plancher de l'usine, etc.) en contact avec le béton plastique et durci doivent être maintenues à une température comprise entre 10 °C et 40 °C.

Les poutres en béton précontraint doivent être bétonnées sur un banc aménagé à cet effet. Ce banc doit avoir la capacité requise pour supporter les poutres et les coffrages sans qu'il y ait de tassements pouvant diminuer la qualité des travaux. Ce banc doit aussi avoir la capacité de supporter, sans subir de déformation pouvant diminuer la qualité des travaux, les charges transmises par les armatures de précontrainte pendant et après leur mise en tension, et ce, jusqu'à l'application de la précontrainte dans les poutres.

Les dalles en béton de type VIII ou IX doivent être protégées de l'exposition au vent et au soleil.

Un dispositif d'éclairage doit être mis en place pour tous travaux réalisés à ciel ouvert, en soirée ou de nuit.

15.5.3.3 Réunion préalable à la fabrication

L'entrepreneur doit informer le surveillant du nom du fournisseur des éléments préfabriqués et de l'usine de préfabrication au moins 4 semaines avant la tenue de la réunion préalable à la fabrication. La réunion n'a lieu que lorsque tous les documents requis ont été fournis et approuvés. Elle doit être tenue dans les locaux de l'usine de préfabrication ou par vidéoconférence (à l'exception des personnes désignées pour effectuer la visite de l'usine) entre 7 et 30 jours avant le début de la fabrication. L'ordre du jour doit comporter une visite de l'usine. Cette réunion doit regrouper les représentants de l'entrepreneur, de l'usine de préfabrication, du fabricant de béton et du Ministère. Si la fabrication n'a pas débuté dans les 30 jours suivant la réunion préalable, une nouvelle réunion doit être tenue. Pour un projet de poutres en béton précontraint où il y a suspension de la fabrication pour une période supérieure à 3 mois, une nouvelle réunion préalable à la fabrication doit être prévue. Dans le cas où plus d'une usine de préfabrication est employée pour un ouvrage, une réunion préalable à la fabrication doit avoir lieu à chaque usine de préfabrication.

15.5.3.4 Fabrication des éléments en béton précontraint

En plus des exigences de la présente sous-section, la fabrication des éléments doit également être conforme à la norme CSA S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers ».

15 | Ouvrages d'art

Le contrôle des soudures des pièces métalliques des éléments doit être effectué selon les exigences de la sous-section «Ouvrages en acier et en aluminium». Le soudage à l'arc des goujons doit comprendre un dispositif automatique; la soudure d'angle manuelle est prohibée.

Les surfaces des plaques en acier goujonnées incorporées en usine aux appuis des poutres préfabriquées doivent être métallisées, sauf les surfaces en contact avec le béton de la poutre et les surfaces où seront réalisées en chantier les soudures servant à fixer les appareils d'appui aux poutres. L'épaisseur minimale du revêtement doit être de 130 µm. Les essais d'adhérence prévus ne sont réalisés qu'à la demande du surveillant.

L'entrepreneur doit aviser le surveillant avant de commencer la fabrication des éléments et de procéder à la mise en tension des torons et à l'application de la précontrainte.

15.5.3.5 Coffrages

Les coffrages, y compris leur mise en œuvre, doivent être conformes à la norme CSA S269.1 «Ouvrages provisoires et coffrages».

Les coffrages doivent être fixés, pourvus de contreventements et supportés pour soutenir les charges, tout en conservant leurs alignements et contours. Les coffrages doivent être étanches.

Pour les surfaces de béton apparentes, le type de matériau utilisé pour les coffrages en contact avec le béton doit être le même pour un élément d'un ouvrage.

Lorsque les dimensions des panneaux de coffrage utilisés en position verticale excèdent 2400 mm de longueur ou 600 mm de largeur, les panneaux doivent être disposés de manière symétrique par rapport à la ligne de centre de l'élément, et de façon à minimiser le nombre de joints.

Les coffrages des poutres en béton précontraint doivent être en acier.

15.5.3.5.1 Coffrages en bois

Les coffrages en bois doivent être conformes aux exigences de la sous-section «Ouvrages en béton».

15.5.3.5.2 Coffrages métalliques

Les coffrages métalliques doivent être soigneusement nettoyés avant leur utilisation, de façon à éliminer toute trace de rouille ou de détérioration. Leur surface doit être lisse et sans déformation.

Les coffrages des poutres en béton précontraint ne doivent pas être réutilisés si la dernière coulée est telle que des sections de coffrages présentent un écart d'alignement entre elles.

15.5.3.5.3 Accessoires des coffrages

Les accessoires de coffrage doivent être conformes aux exigences de la sous-section «Ouvrages en béton» à l'exception qu'aucun tirant ne doit être utilisé pour maintenir en place les coffrages de l'élément.

Aucune attache de coffrage positionnée à proximité de la surface de béton et parallèlement à celle-ci ne doit être située à l'intérieur de l'enrobage des armatures.

À l'exception des poutres en béton précontraint, les dispositifs de levage employés doivent être commercialisés à cette fin et doivent être détaillés dans les plans d'atelier. Ces dispositifs doivent être galvanisés. Ils doivent être placés dans des cavités de manière à ce que le dessus du dispositif soit situé à une distance d'au moins 10 mm sous la surface de béton environnante. Ils doivent être solidement fixés avant le bétonnage, et toutes les autres faces doivent avoir le même enrobage que celui qui est spécifié pour les armatures.

Pour les poutres en béton précontraint, les accessoires de coffrage servant à fixer la base des coffrages doivent être suffisamment rapprochés pour éviter les déplacements latéraux des coffrages lors du bétonnage. Des crochets de levage doivent être mis en place et ceux-ci doivent être placés le plus près possible de l'axe vertical des appuis permanents de la poutre.

15.5.3.5.4 Préparation des coffrages

Les surfaces des coffrages non recouvertes de doublure de coffrage doivent être traitées ou être badigeonnées d'un agent de démoulage commercialisé conçu pour prévenir l'adhérence du béton. Le taux d'application doit être celui spécifié dans la fiche technique du produit utilisé. L'agent de démoulage ne doit pas entrer en contact avec les armatures.

Le niveau des coulées doit être délimité par le dessus des coffrages ou par une moulure.

Toutes les arêtes vives d'un élément, à l'exception des semelles de fondation, doivent être chanfreinées, que les surfaces soient apparentes ou non. Les dimensions du chanfrein doivent être de 15 mm × 15 mm.

Lorsque l'intérieur des coffrages doit être recouvert d'une doublure de coffrage, le même type de doublure doit être utilisé pour un même ouvrage. La doublure de coffrage doit être tendue et fixée aux coffrages selon les indications contenues dans la fiche technique du fabricant. Elle ne doit pas être utilisée plus d'une fois.



15 | Ouvrages d'art

Les panneaux de coffrage recouverts d'une doublure doivent être protégés des intempéries et gardés exempts de saleté, de terre, de peinture et d'huile jusqu'au bétonnage. La doublure doit être maintenue sèche jusqu'au bétonnage et protégée des éclaboussures lorsque des surfaces de béton existantes attenantes doivent être humidifiées.

La doublure ne doit former aucun plissement ni aucune poche lors du bétonnage, et ne présenter aucun pli sur la surface de béton à la suite de son enlèvement après le décoffrage.

15.5.3.5.5 Nettoyage des coffrages

Après la mise en place des coffrages, l'entrepreneur doit les nettoyer à l'aide d'un jet d'air comprimé, d'un jet d'eau sous pression ou d'un aspirateur afin d'enlever toute glace, toute neige, tout débris et tout autre corps étranger à l'intérieur. Les coffrages doivent également être libres de tous ces éléments au moment de l'autorisation de bétonnage ainsi qu'au moment du bétonnage.

Pour les poutres en béton précontraint, le nettoyage des coffrages doit être fait avant de les fermer complètement, à l'aide d'un jet d'air comprimé ou d'un aspirateur.

Le matériel utilisé pour le jet d'air comprimé doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel.

L'eau utilisée pour le nettoyage des coffrages doit être conforme aux exigences de la norme 3101 du Ministère concernant l'eau de gâchage.

15.5.3.5.6 Enlèvement des coffrages

Sauf dans le cas des poutres en béton précontraint, les coffrages ne peuvent être enlevés que lorsque le béton a atteint au moins 50 % de f'_c . La démonstration de la résistance atteinte au décoffrage par le béton doit être faite au moins une fois par cycle de production.

Pour les poutres en béton précontraint, l'enlèvement des coffrages doit être conforme aux exigences de l'article « Application de la précontrainte des poutres » de la présente sous-section.

Les coffrages sont considérés comme enlevés lorsqu'ils sont desserrés ou qu'une partie de ceux-ci n'est plus en contact avec le béton.

Les exigences relatives à la cure du béton doivent s'appliquer au fur et à mesure de l'enlèvement des coffrages si ceux-ci sont enlevés avant la fin de la période de cure.

Tous les coffrages doivent être retirés de l'élément.

15.5.3.6 Armature et torons

Lorsque l'entrepreneur propose des modifications aux bordereaux d'armature des plans, les modifications doivent être mises en évidence et être indiquées dans les plans d'atelier soumis.

Le pliage des armatures doit être fait mécaniquement et à froid, et être conforme à la norme 5101 du Ministère. Les tolérances concernant la longueur et le pliage des armatures spécifiées dans la figure 6-1 du *Manuel de normes recommandées* de l'Institut d'acier d'armature du Canada s'appliquent. Les diamètres minimaux de pliage ne peuvent cependant pas être réduits de plus de 10 %, jusqu'à concurrence de 25 mm.

Les armatures doivent être entreposées sur des supports de manière à éviter le contact avec le sol ou les contaminants et à éviter le contact prolongé avec l'eau ou la glace. Les surfaces de contact du support avec les armatures doivent être non métalliques.

Dans le cas des barres en acier inoxydable, l'entrepreneur doit mettre en place des méthodes de transport, de manipulation et d'entreposage qui empêchent le contact direct de ces barres avec des matériaux en acier au carbone non revêtus.

Les armatures doivent être exemptes de saleté, de terre, de peinture, d'éclaboussure de béton durci provenant d'un bétonnage précédent, d'huile, et ne doivent pas être déformées ou tordues. Les armatures doivent être exemptes de feuillets de rouille à leur surface.

À moins d'une indication contraire dans la présente sous-section, les tolérances de mise en place de l'armature spécifiées dans la norme CSA A23.4 « Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux » s'appliquent.

Les boulons d'ancrage des dispositifs de retenue doivent être installés de manière à ce que leurs alignements transversal et longitudinal soient à 3 mm du positionnement théorique des plans, et leur écart d'alignement vertical ne doit pas dépasser 1 mm dans 40 mm sur toute leur longueur.

La longueur minimale des barres d'armature doit être de 6 m partout où les dimensions des coffrages le permettent. Les barres à relier entre elles à la suite de la réalisation des travaux en plusieurs phases distinctes doivent l'être par chevauchement, et la longueur minimale de chevauchement doit être de 600 mm. Les tolérances sur la fabrication et l'emplacement de l'armature ne peuvent en aucun cas permettre de réduire les longueurs de chevauchement exigées.



15 | Ouvrages d'art

Les armatures de support ou de rigidification doivent être en acier galvanisé lorsque les armatures attenantes sont galvanisées.

Les barres d'armature doivent être solidement fixées au moyen de ligatures de fils d'acier pour éviter tout déplacement lors de la mise en place du béton. Elles doivent être attachées à tous les croisements si ces croisements sont à 300 mm ou plus de distance et à tous les 2 croisements si cette distance est moindre.

Le fil d'acier utilisé pour lier manuellement les armatures doit avoir un diamètre d'au moins 1,6 mm (calibre 16). À l'exception des ligatures en contact avec un toron, une combinaison de fil d'acier de calibre 16 ligaturé manuellement et de double fil d'acier de calibre 19 (1,0 mm) tendus et attachés simultanément mécaniquement peut être utilisée pour lier les armatures des éléments. Le fil d'acier utilisé pour lier les armatures doit être en acier recuit. Le fil d'acier utilisé avec l'armature galvanisée doit être galvanisé. Le fil utilisé avec l'armature en acier inoxydable doit être en acier inoxydable. Les fils d'acier doivent être repliés de manière à avoir le même enrobage que celui qui est exigé pour les barres qu'ils fixent.

Lorsque des barres d'armature en acier au carbone sont fixées par des joints transversaux non porteurs au moyen de soudures, les plans d'atelier doivent en faire mention. Ces soudures doivent satisfaire aux exigences de la norme CSA W186 «Soudage des barres d'armature dans les constructions en béton armé», notamment celles des articles 13.1.1.7 et 13.6.4. Les soudures autres que celles utilisées pour la préfabrication des assemblages de barres d'armature, en remplacement des ligatures de fils d'acier, ne sont pas acceptées. Le certificat de qualification de l'entreprise chargée des travaux de soudage, les spécifications de soudage et les fiches techniques des modes opératoires de soudage ainsi que les cartes de compétence des soudeurs, tous selon cette norme, doivent alors être fournis au surveillant avec les plans d'atelier. La soudure des barres d'armature en acier inoxydable est interdite.

De plus, pour les poutres en béton précontraint, les exigences suivantes s'appliquent :

- l'armature et les torons doivent être entreposés au sec à l'intérieur de l'usine de préfabrication;
- les soudures d'assemblage des armatures doivent être faites à au moins 3 m du banc de précontrainte. Aucune soudure n'est permise sur la partie des étriers située dans l'âme de la poutre;

- les torons doivent être placés à ± 3 mm de la position théorique, et l'entrepreneur doit utiliser un nombre suffisant de séparateurs de torons pour satisfaire à cette exigence, sur toute la longueur de la poutre;
- les joints de raccordement des torons ne sont permis qu'à raison d'un seul par toron, pourvu qu'une correction pour le glissement différentiel soit apportée et que les jonctions soient situées à l'extérieur de la poutre à bétonner;
- la tension d'un toron est mesurée à l'aide du manomètre du vérin et est vérifiée par la mesure de l'allongement du toron. Ces deux mesures doivent être à l'intérieur des limites de $\pm 5\%$ prévues dans la procédure de précontrainte; si une des deux mesures se situe à l'extérieur de ces limites, l'entrepreneur doit remplacer le toron;
- la mesure du glissement à l'ancrage doit être faite sur au moins 3 torons par poutre;
- au cours de la mise en tension, lorsqu'il y a rupture d'un toron, celui-ci doit être remplacé; lorsqu'il y a rupture de fils, le toron défectueux doit être remplacé si la réduction de la force de précontrainte en un point de la poutre dépasse 1 % de la force de précontrainte totale de tous les torons;
- les garnitures d'insertion et les tuyaux servant à fixer les contreventements temporaires et les diaphragmes permanents doivent être mis en place à l'intérieur des coffrages avant le bétonnage des poutres; aucune pièce métallique permanente ne doit être présente à moins de 40 mm de la surface de béton.

15.5.3.6.1 Enrobage de l'armature, des torons et d'autres pièces métalliques

À moins d'une indication contraire dans l'avis technique d'un mur ou d'un ponceau homologué, l'épaisseur minimale de l'enrobage de l'armature et d'autres pièces métalliques d'un élément préfabriqué en béton doit être conforme aux exigences pour les armatures du *Tome III – Ouvrages d'art* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère. Pour les poutres en béton précontraint, l'épaisseur minimale de l'enrobage des armatures, des fils à ligature, des déviateurs de torons et des ferrures doit être de 40 mm.

L'entrepreneur doit utiliser des cales d'espace-ment disposées à une distance maximale de 1200 mm de centre à centre, afin de maintenir les armatures en position à la distance requise des coffrages, du sol ou du béton existant. Ces cales doivent avoir une dimension qui correspond à



15 | Ouvrages d'art

l'enrobage théorique exigé pour l'armature. Sur les surfaces finies des éléments, le niveau du dessus des coffrages ou des moulures indiquant le niveau des coulées doit faire en sorte que l'enrobage théorique minimal exigé pour les armatures soit respecté. Dans le cas des nappes d'armature verticales, les cales d'espacement doivent être appuyées sur les barres qui sont situées le plus près de la surface des coffrages.

L'entrepreneur doit utiliser :

- des espaceurs circulaires en plastique dont le centre est fixé à l'armature pour maintenir en position verticale les nappes d'armature constituées de barres 15M et 20M;
- des cales individuelles en plastique, supportant une barre pour maintenir en position verticale les nappes d'armature constituées de barres 25M ou de plus grandes dimensions;
- des cales continues en plastique ou des cales continues en plastique avec fil recouvert de plastique, supportant toutes les barres de la nappe, pour maintenir en position horizontale la nappe d'armature qui est la plus rapprochée des coffrages, du sol ou du béton existant et des cales individuelles en plastique ou des barres de support pour les autres nappes d'armature horizontales;
- deux rangées de cales continues en plastique ou de cales continues en plastique avec fil recouvert de plastique pour maintenir les armatures à la distance requise des surfaces horizontales des coffrages de la poutre en béton précontraint. Chaque rangée de cales doit être située à au moins 100mm du bord de la poutre.

Les tolérances sur l'enrobage de l'armature spécifiées dans la norme CSA A23.4 « Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux » s'appliquent.

Pour une dalle, la tolérance d'enrobage de l'armature est de 5 mm pour la nappe supérieure et de 8 mm pour la nappe inférieure.

15.5.3.6.2 Inspection de l'armature par l'entrepreneur et avis écrit

Après la mise en place de l'armature et des accessoires d'une dalle ou d'un élément en béton précontraint, après leur inspection à l'usine de préfabrication par un ingénieur et avant le bétonnage, l'entrepreneur doit remettre au surveillant un avis écrit, signé par cet ingénieur, indiquant que l'armature et, le cas échéant, les tiges d'ancrage, les garnitures d'insertion, les tuyaux et les plaques d'appui sont mises en place conformément aux

exigences des plans et devis relatives à la provenance (aciérie), à la nuance, au type de protection de l'acier, au diamètre, à la longueur, à l'emplacement et à l'enrobage de chacune des barres ainsi qu'à l'espacement des ligatures, la position et le type de cales et la position des soudures, s'il y a lieu. Cet avis doit aussi mentionner la date et l'heure de l'inspection.

Dans le cas d'une dalle, l'entrepreneur doit rédiger l'avis sur le formulaire de l'annexe « Mise en place de l'armature – Avis de l'entrepreneur » du devis. Dans le cas des éléments en béton précontraint, l'entrepreneur doit rédiger l'avis sur le formulaire de l'annexe « Mise en place de l'armature – Béton précontraint préfabriqué – Avis de l'entrepreneur » du devis et il doit le remettre avant de poser les coffrages sur la dernière face principale de chaque élément.

15.5.3.7 Ancrages

La mise en œuvre des ancrages doit être conforme aux exigences de la sous-section « Ouvrages en béton », à l'exception qu'ils doivent être indiqués aux plans d'atelier.

La fiche technique des ancrages et de la résine employée, s'il y a lieu, doivent être remises au surveillant en même temps que les plans d'atelier.

15.5.3.8 Béton

15.5.3.8.1 Autorisation de bétonnage

L'entrepreneur doit donner un avis écrit d'au moins 24 heures au surveillant pour préciser la date et l'heure approximative du bétonnage d'un élément ou d'un lot d'éléments. L'avis doit indiquer le numéro de l'élément ou le numéro du lot et le nombre d'éléments ainsi que le mode de mise en place qu'il se propose de suivre.

Entre le 15 octobre et le 15 avril, lorsque la fiche descriptive du mélange indique l'utilisation d'eau recyclée, un certificat d'analyse de l'eau recyclée datant de moins de 7 jours doit être remis sur demande du surveillant avec l'avis de bétonnage.

Une fois l'heure exacte connue et tous les documents exigés transmis, l'entrepreneur doit informer le surveillant au moins 3 heures avant le bétonnage. Le surveillant autorise le bétonnage de l'élément ou du lot d'éléments lorsque :

- tous les coffrages, les armatures, les surfaces de béton apparentes et tout autre élément à recouvrir de béton sont bien en place, nettoyés et propres;
- le matériel et les matériaux nécessaires à la mise en place et à la cure sont sur les lieux;



15 | Ouvrages d'art

- le certificat d'analyse de l'eau recyclée lui est remis, lorsque demandé;
- l'avis relatif à la conformité de la mise en place des armatures lui est remis, lorsque requis;
- ses vérifications sont terminées.

Lorsque deux éléments sont séparés par un joint de construction, le bétonnage du second élément n'est autorisé qu'une fois le béton du premier élément durci.

Le surveillant remet à l'entrepreneur un avis écrit l'autorisant à procéder au bétonnage de l'élément ou du lot d'éléments.

15.5.3.8.2 Joints de construction

Les joints de construction doivent être conformes aux exigences de la sous-section «Ouvrages en béton».

15.5.3.8.3 Transport du béton plastique

Le transport du béton plastique doit être conformes aux exigences de la sous-section «Ouvrages en béton».

15.5.3.8.4 Mise en place du béton plastique

En plus des exigences de l'article «Conditions de préfabrication», il est interdit d'entreprendre les travaux de mise en place du béton à ciel ouvert lorsqu'il y a des précipitations sous forme de pluie, de bruine ou de grêle. Si les précipitations surviennent au cours du bétonnage, l'entrepreneur doit terminer le bétonnage de l'élément en cours et ensuite cesser le bétonnage. Il doit protéger efficacement le béton déjà mis en place des effets des précipitations pendant la finition du béton jusqu'au début de la cure.

Le béton de type XIV-C doit être placé à moins de 10 m de sa position définitive. Tous les autres types de bétons doivent être placés en couches horizontales d'une épaisseur maximale de 500 mm et à moins de 1,5 m de leur position définitive.

La hauteur de chute libre de tous les types de bétons ne doit pas dépasser 1,5 m.

Lorsque l'entrepreneur n'est pas en mesure de respecter la limite de hauteur de chute, il doit faire la démonstration que les propriétés du béton demeurent conformes aux exigences de la norme 3101 du Ministère en fonction de la hauteur de chute maximale prévue. La démonstration doit être faite à l'usine de préfabrication, à partir de la même formule de mélange de béton que celle qui est utilisée pour fabriquer l'élément. Le béton doit être mis en place dans un coffrage à la hauteur de chute maximale prévue pour le bétonnage de

l'élément. Lors de cette coulée, l'entrepreneur doit vérifier la conformité des caractéristiques du béton plastique (teneur en air, affaissement, étalement, température). Après la fin de la cure de l'élément, des carottes de béton doivent être prélevées à partir du fond du moule. La vérification du réseau de bulles d'air ainsi qu'un examen visuel sommaire doivent être réalisés par l'entrepreneur sur 2 carottes. L'examen visuel sommaire des carottes a pour objectif de confirmer l'absence de ségrégation causée par la mise en place du béton. S'il y a constat de ségrégation, l'entrepreneur doit ajuster sa méthode de mise en place du béton et reprendre la démonstration. L'entrepreneur doit remettre au surveillant un rapport d'essai présentant tous les résultats, au moins 14 jours avant la réunion préalable à la fabrication. L'usine de préfabrication doit conserver dans ses dossiers le rapport d'essai transmis ainsi que toutes les données liées à la réalisation de cette démonstration.

Un délai maximal de 90 minutes, à partir du moment de malaxage initial jusqu'au déchargement complet, doit être respecté. Pour le béton de type IX, ce délai doit être limité à 60 minutes.

À moins qu'un joint de construction soit indiqué sur les plans d'atelier, le délai maximal entre la fin d'un déchargement de béton et le début du prochain déchargement de béton dans un même élément préfabriqué est de 45 minutes.

15.5.3.8.5 Vibration du béton

La vibration du béton doit être conforme aux exigences de la sous-section «Ouvrages en béton».

Le béton de type XIV-C ne doit pas être vibré.

Le béton de type XVII-P doit être vibré légèrement.

15.5.3.8.6 Finition du béton

Les surfaces de béton non coffrées doivent être arasées au moyen d'une règle droite, puis finies à l'aide d'un outil à aplanir de façon à éliminer les saillies et les crêtes, et à remplir les vides et les creux laissés à la surface du béton par l'arasement. L'outil utilisé pour aplanir le béton doit être fabriqué d'un alliage d'aluminium ou de magnésium.

Lors de l'arasage des dalles, la règle droite doit être solidement appuyée sur des guides ou autres dispositifs fixes permettant d'obtenir le profil spécifié aux plans et devis. La qualité de la finition du béton de la dalle doit respecter les exigences concernant la pose d'une membrane d'étanchéité.

Il est interdit d'utiliser de l'eau ou tout autre produit pour faciliter la finition du béton.



15 | Ouvrages d'art

15.5.3.8.7 Application de la précontrainte des poutres

L'application de la précontrainte ne peut se faire avant que le béton ait atteint la résistance à la compression exigée aux plans et devis. Des éprouvettes mûries dans les mêmes conditions que les poutres servent à déterminer le moment où l'application de la précontrainte est permise.

L'application de la précontrainte doit s'effectuer immédiatement après que le béton a atteint la résistance à la compression exigée et que le béton est encore chaud et humide. Le temps alloué entre le début du décoffrage et la fin de l'application de la précontrainte est limité à une heure.

La coupe des torons doit être faite symétriquement par rapport à l'axe vertical de l'élément, simultanément aux 2 extrémités et selon le plan de l'ordre de coupe des torons. La coupe des attaches aux points de relève doit être faite après la coupe de 25 % à 50 % du total des torons.

15.5.3.8.8 Cure des éléments

L'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires pour éliminer les causes de détérioration du béton découlant de chocs ou de vibrations. La circulation sur les surfaces récemment bétonnées est interdite tant que le béton n'a pas atteint une résistance à la compression d'au moins 70 % de f'_c , vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton des éléments.

Pendant toute la période de cure, le béton doit être maintenu à une température comprise entre 10 °C et 70 °C. Pendant la période de cure et après cette période, les éléments doivent être protégés des gradients thermiques de façon à ne pas subir un écart de température de plus de 20 °C entre la température de surface de l'élément et la température de l'air en contact avec cet élément.

Une cure parmi celles qui sont autorisées ou une combinaison de celles-ci doivent être réalisées sur les surfaces de béton non coffrées ou décoffrées, pour la période de cure exigée. Tout apport d'eau trop important ayant pour conséquence que l'eau s'égoutte, coule ou s'accumule sur les surfaces de béton avant la prise initiale du béton est interdit. La cure doit être réalisée au fur et à mesure que la finition du béton est terminée le long de l'élément.

L'eau utilisée pour la cure du béton doit être conforme à la norme 3101 du Ministère concernant l'eau de gâchage. La température de l'eau ne doit pas être inférieure à 10 °C.

À l'exception des poutres en béton précontraint et des dalles en béton de type VIII ou IX, la période de cure doit être d'un minimum de 140 °C-jours, ou jusqu'à ce que le béton atteigne la résistance à la compression exigée à 28 jours. L'usine de préfabrication doit démontrer que le minimum de 140 °C-jours ou la résistance à la compression exigée à 28 jours a été atteint, sinon la période minimale de cure est de 7 jours et jusqu'à ce que l'entrepreneur démontre que le béton a atteint une résistance à la compression d'au moins 70 % de la f'_c . Le nombre de degrés-jours est obtenu en calculant la surface sous la courbe de température (°C) en fonction du temps.

Au cours de la période comprise entre le 15 octobre et le 31 mars, la période de cure des éléments fabriqués avec un béton contenant un liant ternaire doit être d'un minimum de 140 °C-jours et jusqu'à ce que le béton atteigne la résistance à la compression exigée à 28 jours.

Pour les dalles en béton de type VIII ou IX, les surfaces (non coffrées et décoffrées) doivent suivre une cure humide pendant 7 jours et jusqu'à ce que le béton atteigne 70 % de la résistance à la compression exigée à 28 jours.

Pour les poutres en béton précontraint, en plus des autres méthodes de cure autorisées, les surfaces non coffrées peuvent être entièrement recouvertes de feuilles imperméables pour maintenir l'humidité à la surface du béton. Ces feuilles doivent demeurer en place jusqu'à l'enlèvement des coffrages. La méthode de cure «Matériau de cure formant membrane» n'est pas autorisée pour les poutres en béton précontraint.

Pour les autres éléments, en plus des autres méthodes de cure autorisées, avant le décoffrage et pour une période maximale de 24 heures suivant le bétonnage, les surfaces non coffrées peuvent être entièrement recouvertes de feuilles imperméables à condition que l'humidité relative soit d'au moins 95 % à la surface. L'humidité relative doit être vérifiée au moyen de capteurs hygrométriques disposés de manière à fournir des lectures représentatives de l'humidité des faces non coffrées. Les données doivent être recueillies en continu, ou selon une fréquence d'au plus 60 minutes, afin d'obtenir les lectures d'humidité minimales et maximales. Les données recueillies doivent être remises au surveillant dès la fin de la cure.

À l'exception des poutres en béton précontraint, la température du béton doit être vérifiée à l'aide d'au moins un thermocouple inséré dans

15 | Ouvrages d'art

le béton au centre de la section la plus épaisse pour chaque type d'élément produit par quart de travail. Les fils des thermocouples doivent être installés de manière à sortir de l'élément dans un endroit qui ne sera pas visible une fois l'élément en service (ex. : face arrière des murs, dessous des dalles, semelles, etc.).

La vérification de la température du béton des poutres en béton précontraint doit être effectuée à l'aide de thermocouples insérés dans le béton, au centre de la semelle inférieure de la poutre. Dans le cas d'une cure accélérée, 3 thermocouples placés au quart, au centre et aux trois quarts de la longueur de la poutre doivent être utilisés. Dans les autres cas, au moins un thermocouple placé au centre de la longueur de la poutre doit être utilisé.

Les thermocouples doivent être reliés à un système d'acquisition de données en continu. L'enregistrement du cycle de température du béton, mesurés par thermocouples, doivent être remis au surveillant dès la fin de la cure.

Après l'application de la précontrainte des poutres, la température du béton de celles-ci doit être maintenue à au moins 10 °C jusqu'à ce que le béton ait atteint la résistance à la compression spécifiée à 28 jours. Pendant cette période, les poutres doivent être protégées des gradients thermiques de façon à ne pas subir un écart de température de plus de 20 °C entre la température de surface de l'élément et la température de l'air en contact avec cet élément.

La cure peut être interrompue pendant un maximum d'une heure au moment du décoffrage de l'élément.

La démonstration de l'atteinte du critère de la fin de la cure doit être faite au moins une fois par cycle de production d'un élément ou d'un groupe d'éléments.

Les méthodes de cure autorisées sont les suivantes :

a) Cure humide

L'entrepreneur peut utiliser une des méthodes suivantes ou une combinaison de celles-ci :

- pulvériser de l'eau en fines gouttelettes sur les surfaces de béton de façon à former un brouillard fin qui n'endommage pas le béton plastique;
- placer l'élément dans une chambre humide avec une humidité relative d'au moins 95 %, vérifiée au moyen de capteurs hygrométriques disposés de manière à fournir des lectures

représentatives de l'humidité des faces des éléments les plus vulnérables au séchage. Les données doivent être recueillies en continu, ou selon une fréquence d'au plus 60 minutes, afin d'obtenir les lectures d'humidité minimales et maximales quotidiennes. Les données recueillies doivent être remises au surveillant;

- une fois le béton suffisamment durci pour qu'il ne soit pas endommagé en surface, employer des toiles de fibres synthétiques saturées d'eau, puis recouvertes de feuilles imperméables pour maintenir l'humidité à la surface du béton. Les surfaces doivent être complètement couvertes. Les toiles doivent être maintenues continuellement humides de sorte qu'il y ait, à la surface du béton, une mince couche d'eau durant toute la durée de la cure;
- une fois le béton suffisamment durci pour qu'il ne soit pas endommagé en surface, réaliser un arrosage continu ou maintenir une nappe d'eau en continu;
- après le décoffrage, plonger l'élément dans un bassin d'eau.

b) Matériau de cure formant membrane

Cette méthode consiste à appliquer un matériau de cure translucide avec un colorant fugace sur les surfaces de béton non coffrées ou décoffrées. Un matériau de cure formant membrane pigmenté blanc (type 2) peut être utilisé sur les surfaces devant être entièrement remblayées.

Il doit être appliqué de façon à former une pellicule suffisamment épaisse et ininterrompue sur toute la surface, selon le taux recommandé par le fabricant, sans toutefois être inférieur à 0,2 l/m².

c) Cure accélérée

La cure accélérée doit être effectuée, en plus des exigences de l'article «Cure des éléments» de la présente sous-section, selon les exigences de l'article 23.2.3 de la norme CSA A23.4 «Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux», à l'exception de celles de l'article 23.2.3.9. L'usine de préfabrication doit respecter les exigences relatives à la période d'attente du tableau 2 «Cycle de cure accélérée» de cette même norme. Elle doit également démontrer, avant de procéder à la fabrication, que le système de chauffage permet une distribution uniforme de la chaleur sur toute la longueur de l'élément. L'écart maximal de température de l'air permis dans l'enceinte de cure, entre le point le plus chaud et le point le plus froid, est de 5 °C.



15 | Ouvrages d'art

15.5.3.8.9 Manutention, entreposage et transport des éléments

Les éléments ne peuvent être manutentionnés sur le site de fabrication qu'une fois décoffrés.

La manutention, l'entreposage et le transport de tous les éléments doivent être effectués de façon à éliminer les risques d'écaillage, de fissure et de contrainte en flexion.

Après la période de cure et lorsque la température du lieu d'entreposage le requiert, la température du béton doit être abaissée graduellement pendant les 24 premières heures. Le taux de diminution ne doit pas être supérieur à 10 °C/h. Le béton ne doit pas être mis en contact avec l'air extérieur si la différence entre la température de la surface du béton et celle de l'air extérieur est supérieure à 20 °C.

Les poutres en béton précontraint doivent être soulevées par les crochets de levage lors des opérations de manutention. Ces opérations doivent éviter le gauchissement de la poutre ainsi que l'éclatement ou la fissuration du béton.

Lors de l'entreposage, les poutres en béton précontraint doivent être appuyées uniquement à leurs extrémités sur des supports rigides et parfaitement au niveau. Chaque point d'appui doit être situé à une distance de l'extrémité de la poutre n'excédant pas une valeur équivalant à la hauteur de la poutre.

L'entrepreneur doit s'assurer du bon comportement des poutres et de leurs supports et prendre les mesures pour empêcher les déformations et les distorsions excédant les tolérances.

L'entrepreneur doit remettre au surveillant un relevé de la cambrure des poutres à chacune des étapes suivantes :

- à l'intérieur d'un délai de 12 heures suivant le transfert de la précontrainte, aux quarts et au centre de la portée;
- 14 jours suivant le transfert de la précontrainte, aux quarts et au centre de la portée. Ce relevé doit être fait avant le chargement s'il y a lieu;
- 48 heures avant la livraison des poutres au chantier, aux dixièmes de portée.

Si la livraison a lieu dans un délai de 14 jours ou moins suivant le transfert de la précontrainte, le relevé de la cambrure à 14 jours n'est pas exigé.

En excluant le temps où un chargement est appliqué sur la poutre, le délai entre la fabrication de la poutre et le bétonnage de la dalle ne doit pas être supérieur à 60 jours. Lorsqu'un chargement

est appliqué, il doit reproduire une cambrure équivalente à celle générée par le poids de la dalle et des goussets sur les poutres. Ce chargement doit être appliqué à l'usine ou à l'aire d'entreposage au chantier, mais ne doit pas l'être dans les 14 jours suivant la fabrication de la poutre.

Les éléments ne peuvent être transportés au chantier qu'après la fin de la période de cure. L'entrepreneur doit soumettre au surveillant une procédure de transport indiquant la façon dont les éléments doivent être fixés et transportés, et ce, avant que les éléments ne soient installés sur les équipements de transport et prêts à être transportés. Les éléments doivent être supportés et contreventés pendant le transport de sorte qu'ils ne soient pas soumis à des contraintes pour lesquelles ils ne sont pas conçus.

Les éléments ne peuvent pas être incorporés à l'ouvrage avant que le béton ait atteint la résistance à la compression spécifiée à 28 jours.

Lors du transport, les poutres en béton précontraint doivent être appuyées uniquement à leurs extrémités. Chaque point d'appui doit être situé à une distance de l'extrémité de la poutre n'excédant pas la valeur équivalant à la hauteur de la poutre.

15.5.3.8.10 Tolérances dimensionnelles pour les poutres en béton précontraint

Les tolérances permises en ce qui concerne les dimensions des éléments sont les suivantes :

- longueur totale à 28 jours : 20 mm pour les longueurs inférieures ou égales à 30 m et 25 mm pour les longueurs supérieures à 30 m. La mesure est faite selon la corde horizontale au bas de la poutre;
- pente des surfaces d'appui des poutres : 0,20 % dans chaque direction;
- déviation latérale de l'élément : 0,1 % de sa longueur. Si elle excède cette valeur, l'entrepreneur doit prendre les mesures appropriées pour le redresser.

15.5.3.8.11 Inspection, correction et nettoyage des surfaces

Aussitôt après la cure, toutes les surfaces de béton doivent être inspectées et réparées. Le Ministère se réserve le droit de vérifier l'épaisseur de l'enrobage de l'armature à l'aide d'un pachomètre. Le profil des surfaces de béton du dessus d'une dalle est vérifié à l'aide d'une règle de 3 m. Aucune irrégularité ou dépression, mesurée selon la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère, ne doit excéder en tout point 5 mm dans 3 m.



15 | Ouvrages d'art

Le relief en tout point des surfaces d'une dalle est évalué par le Ministère, à l'usine de préfabrication, selon la méthode volumétrique décrite dans la norme ASTM E965 «Standard Test Method for Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique». Le volume de sable ou de billes de verre utilisé pour l'essai est de 25 cm³. Le diamètre moyen minimal de la tache de chaque mesure doit être supérieur à 200 mm. Aucune cavité de plus de 5 mm de profondeur et de plus de 12 mm de largeur ne doit être présente.

Toutes les aspérités, les arêtes rugueuses, les dénivellations des surfaces attribuables à un mauvais alignement des coffrages et les bavures de béton sur le pourtour des surfaces doivent être soigneusement meulées.

Les surfaces de béton, à l'exception des surfaces de dalle à recouvrir d'une membrane d'étanchéité, présentant des cavités de 6 à 12 mm de profondeur ainsi que les trous laissés par les dispositifs de levage doivent être remplis d'un mortier cimentaire en sac. La couleur du mortier une fois séché doit être la même que celle du béton à corriger. Cette couleur doit être approuvée par le surveillant sur une petite surface peu visible avant de procéder sur l'ensemble de l'ouvrage. Le béton des surfaces à corriger doit avoir une température d'au moins 5 °C avant de poser le mortier et la température de l'air extérieur ne doit pas être susceptible de descendre en dessous de 0 °C dans les 24 heures suivant la fin de l'application (selon les prévisions du bureau météorologique de la région).

Le type de mortier cimentaire doit être compatible avec la profondeur de la dépression à combler. Le mortier est mis en place sans débordement au pourtour des zones corrigées ou des trous laissés par les dispositifs de levage. La correction des surfaces doit être effectuée au moyen d'un mortier cimentaire ayant une résistance à la compression à 24 heures d'au moins 20 MPa.

Après un délai de 3 jours suivant la pose du mortier, les surfaces de béton doivent être nettoyées pour enlever les bavures de mortier au pourtour des surfaces corrigées. L'ensemble des surfaces de béton ou d'acier qui ont été salies, notamment par un produit de cure ou des bavures ou des éclaboussures de mortier, de béton ou de laitance, ainsi que par des taches de rouille, doivent aussi être nettoyées, de même que toute surface présentant un marquage ou de la peinture. Ce nettoyage doit être effectué uniquement au moyen d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 l/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton de 150 mm à 200 mm)

et de façon à ne pas altérer les surfaces. L'ensemble des surfaces visibles doit avoir un aspect uniforme après le nettoyage. Sur les surfaces remblayées ou cachées par un élément adjacent, l'identification de l'élément ne doit pas être effacé par ce nettoyage.

Lorsqu'un nettoyage des surfaces de béton ayant été recouvertes d'une doublure de coffrage doit être effectué, il doit être réalisé uniquement en utilisant un jet d'eau sous pression de façon à ne pas altérer le fini lisse du béton.

De plus, pour les poutres en béton précontraint, les exigences suivantes s'appliquent :

- les bouts des torons doivent être coupés à ras de la surface de béton à l'aide d'une scie ou d'une meuleuse;
- l'ensemble de la surface des extrémités de la poutre, y compris la surface des torons coupés à ces extrémités, doit être recouverte d'une membrane de type système liquide polymérique. La membrane doit se prolonger de chaque côté de la poutre sur une longueur équivalente à la plus petite des deux valeurs suivantes : 100 mm ou jusqu'au diaphragme d'extrémité;
- dans le cas où l'extrémité de la poutre sera entièrement couverte du béton coulé en place d'un diaphragme, uniquement la surface des torons coupés à cette extrémité doit être recouverte d'une membrane de type système liquide polymérique;
- les surfaces de béton à recouvrir de membrane doivent être préalablement nettoyées au moyen d'un jet d'abrasif humide ou d'un jet d'eau haute pression de façon à rendre ces surfaces rugueuses. La texture, l'humidité et la température des surfaces à recouvrir doivent être conformes aux recommandations du fournisseur de membrane;
- la membrane de type système liquide polymérique doit être composée d'une couche primaire et de deux couches d'étanchéité. L'épaisseur totale des deux couches d'étanchéité doit être égale ou supérieure à 3 mm. Les conditions ambiantes lors de l'application ainsi que les températures de mûrissement doivent être conformes aux recommandations du fournisseur de membrane;
- l'application de la membrane doit faire en sorte que les extrémités des poutres présentent une surface uniforme après la pose;
- les trous laissés par l'enlèvement des déviateurs doivent être remplis d'un mortier cimentaire en sac.

15 | Ouvrages d'art

15.5.4 MODE DE PAIEMENT

Toutes les exigences de la présente sous-section sont incluses dans le prix des ouvrages.

15.5.4.1 Béton

Le prix inclut également la réalisation de l'essai de convenue lorsque requis. Le prix du béton pour l'essai est fixé à 1100\$ du mètre cube lorsque le béton est produit par l'usine de préfabrication de ces éléments ou fixé à 600\$ du mètre cube s'il n'est pas produit par cette dernière. Ce prix inclut le coût de la réalisation des essais de caractérisation du béton ainsi que toute dépense incidente. Un seul essai de convenue est payé par type de béton et seulement lorsque les résultats de l'essai sont conformes. Toute reprise est aux frais de l'entrepreneur.

Le chauffage du béton, nécessaire pour obtenir la résistance à la compression spécifiée à 28 jours, est inclus dans les prix unitaires ou globaux des éléments.

15.6 BÉTON PROJETÉ

15.6.1 MATÉRIAUX

Le béton projeté par procédé à sec doit être conforme à la norme 3101 du Ministère.

Le béton projeté par procédé humide doit être conforme à la norme 3101 du Ministère.

Le treillis à mailles soudées doit être conforme à la norme 5101 du Ministère.

Les matériaux de cure doivent être conformes à la norme 3501 du Ministère.

15.6.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

15.6.2.1 Béton

15.6.2.1.1 *Système qualité conforme à la norme ISO des cimenteries et des centrales de malaxage à sec*

Le ciment doit provenir d'une cimenterie qui détient un certificat d'enregistrement attestant que le système qualité est conforme à la norme ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité». Si des ajouts cimentaires sont mélangés au ciment à l'aide d'une centrale de malaxage à sec après la fabrication en cimenterie, cette centrale de malaxage à sec doit également détenir un tel certificat.

15.6.2.1.2 *Certification de l'usine de béton prêt à l'emploi*

Le béton projeté par procédé à sec préparé sur le chantier au moyen d'une bétonnière mobile

et le béton projeté par procédé humide doivent être produits et livrés par un fabricant dont l'usine détient une certification assujettie aux exigences du fascicule BNQ 2621-905 «Béton prêt à l'emploi – Programme de certification (élaboré à partir de certaines exigences des normes CSA A23.1/A23.2)». Le certificat de conformité doit être obtenu avant le début de la fabrication du béton et la certification doit être maintenue pendant toute la période de production du béton.

En plus du certificat de conformité délivré par le BNQ, un certificat d'étalonnage des compteurs d'eau et des ouvertures des trappes, datant de moins d'un an, pour chaque bétonnière mobile et pour chaque mélange à produire doit être remis au surveillant au moins 7 jours avant l'application du béton. Le certificat d'étalonnage doit être signé par un ingénieur qui relève du responsable du contrôle de la qualité du fabricant. Advenant des changements dans les sources d'approvisionnement ou dans les caractéristiques des constituants du béton, un nouveau certificat d'étalonnage doit être produit.

15.6.2.1.3 *Certification des opérateurs de lance de projection*

Les opérateurs de lance de projection doivent détenir un certificat de «Lancier pour le béton projeté» décerné par l'American Concrete Institute (ACI) selon son programme «Shotcrete Nozzleman Certification». Ce certificat doit être présenté au surveillant avant toute application de béton projeté. Le certificat de qualification doit porter sur le procédé de projection à sec pour les positions de projection à la verticale et en surplomb et sur le procédé humide pour la position de projection à la verticale. Le certificat doit être obtenu avant le début des travaux de béton projeté et doit être valide pendant toute la durée des travaux.

15.6.2.1.4 *Vérification préalable à la réception du béton*

La vérification préalable du béton doit être réalisée par l'entrepreneur et consiste à vérifier la teneur en air, l'affaissement et la température du béton plastique avant le contrôle de réception de ces caractéristiques par le Ministère. Ces vérifications sont effectuées uniquement pour le béton projeté par procédé humide et doivent être réalisées au chantier selon les méthodes décrites à l'article «Contrôle de réception», y compris en ce qui a trait à l'échantillonnage, qui doit se faire à la sortie du camion.

La vérification préalable des caractéristiques du béton plastique est effectuée par l'entrepreneur

15 | Ouvrages d'art

sur les 2 premiers chargements et, si le béton de ces chargements ne nécessite pas d'ajustements pour le rendre conforme aux exigences, la vérification est alors exécutée tous les 3 chargements. Si un chargement nécessite un ajustement à la suite d'une vérification faite par l'entrepreneur, le chargement suivant doit être vérifié, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il y ait 2 chargements consécutifs qui ne nécessitent pas d'ajustements. Lorsque la vérification des caractéristiques du béton plastique se fait tous les 3 chargements, à la fois par l'entrepreneur dans le cadre de la vérification préalable des caractéristiques du béton plastique et par le Ministère dans le cadre du contrôle de réception du béton, l'entrepreneur doit se coordonner avec le surveillant pour que les chargements vérifiés par les deux parties ne soient pas les mêmes.

15.6.2.1.5 Contrôle de réception

Le Ministère effectue un contrôle de réception sur le béton projeté par procédé à sec et sur le béton projeté par procédé humide selon les méthodes suivantes :

a) Possibilité offerte à l'entrepreneur sur le béton plastique

• Sur le chantier

Lors de la première réunion de chantier, l'entrepreneur peut choisir de retenir les services d'un laboratoire enregistré de son choix pour réaliser les essais sur le béton plastique (la température, l'affaissement, la teneur en air, le moulage, la conservation sur le chantier et le transport des éprouvettes au laboratoire désigné par le Ministère) selon les exigences du Ministère.

Le représentant du Ministère devient alors observateur; il a droit de regard sur les essais. S'il juge une méthode d'essai incorrecte, il le signale sur-le-champ au représentant du laboratoire de l'entrepreneur, qui doit prendre les mesures pour corriger la situation. En cas d'inaction, l'observateur peut prélever des éprouvettes témoins qui sont aussi transportées au laboratoire désigné par le Ministère. Le surveillant est alors appelé à trancher le litige avant la rupture des éprouvettes, de façon à retenir un seul échantillon.

En option, l'entrepreneur peut demander qu'un laboratoire enregistré de son choix soit observateur et, dans ce cas, la procédure réciproque s'applique.

• Au laboratoire désigné par le Ministère

En tout temps, l'entrepreneur peut déléguer un observateur au laboratoire désigné par le Ministère pour s'assurer que les conditions de conservation et les méthodes de préparation et de rupture des éprouvettes sont conformes aux normes.

Tout commentaire concernant une méthode jugée incorrecte par le représentant de l'entrepreneur doit être signifié sur-le-champ.

Les frais engagés par tous les observateurs de l'entrepreneur et par son personnel affecté aux essais sur le béton plastique sont compris dans le prix unitaire du béton projeté.

b) Teneur en air et température

La méthode de détermination de la teneur en air du béton doit être conforme à la norme CSA A23.2-4C «Détermination de la teneur en air du béton plastique par la procédure de pression d'air», complétée par les recommandations du fabricant concernant l'étalonnage et le mode d'utilisation de l'appareil.

Toutefois, pour la détermination de la teneur en air du béton projeté par procédé à sec, les articles 5.1 d), 5.1 e), 9.2, 10.1, 10.2 et 10.3 de la norme CSA A23.2-4C «Détermination de la teneur en air du béton plastique par la procédure de pression d'air» ne doivent pas être pris en considération. Le béton servant à déterminer la teneur en air doit être projeté directement dans le récipient de l'appareil destiné à cette fin.

La température du béton plastique est mesurée à la sortie du camion malaxeur dans le cas du béton projeté par procédé humide et immédiatement après l'application dans le cas du béton projeté par procédé à sec. La mesure de la température est effectuée selon la norme CSA A23.2-17C «Détermination de la température du béton de ciment hydraulique frais».

Pour le béton projeté par procédé à sec, les essais de vérification de la teneur en air et de la température doivent être réalisés au moment de la confection des échantillons destinés aux essais de résistance à la compression. Pour le béton projeté par procédé humide, les essais de vérification de la teneur en air et de la température doivent être réalisés au moment des essais d'affaissement.

Dans le cas du béton projeté par procédé humide, la méthode d'échantillonnage doit être conforme à la norme CSA A23.2-1C «Échantillonnage du béton plastique».



15 | Ouvrages d'art

Lors de ces essais sur le béton plastique, l'entrepreneur doit attendre les résultats avant de poursuivre le déchargement du camion.

Tout chargement non conforme aux exigences de la teneur en air ou de la température est refusé et non payé.

c) *Affaissement du béton projeté par procédé humide*

L'affaissement du béton plastique est déterminé à la sortie du camion malaxeur, selon les exigences de la norme CSA A23.2-5C «Affaissement du béton».

La méthode d'échantillonnage doit être conforme à la norme CSA A23.2-1C «Échantillonnage du béton plastique».

Pour l'essai de vérification de l'affaissement, les 2 premiers chargements doivent être vérifiés et, si le béton est conforme aux exigences, une vérification est alors effectuée tous les 3 chargements. Si un chargement s'avère non conforme, le chargement suivant doit être vérifié, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il y ait 2 chargements consécutifs qui soient conformes. L'essai doit être également réalisé lors de la confection des éprouvettes destinées aux essais de résistance à la compression.

Lors de cet essai sur le béton plastique, l'entrepreneur doit attendre les résultats avant de poursuivre le déchargement du camion.

Tout chargement non conforme aux exigences de l'affaissement est refusé et non payé.

d) *Résistance à la compression du béton*

• **Cadence d'échantillonnage**

Pour chaque type de béton, la fréquence minimale d'échantillonnage doit être d'un échantillon par jour par opérateur de lance de projection.

Un lot représente 450 m³ ou moins d'un béton fourni dans une période de 30 jours entre le prélèvement du premier et du dernier échantillon du lot. Les lots sont formés par type de béton, par formule de mélange, par usine de fabrication pour un béton projeté par procédé humide ou par fabricant pour un béton projeté par procédé à sec et par partie d'ouvrage. Au moins un échantillon doit être prélevé tous les 75 m³. Les lots doivent être constitués selon la chronologie, par groupes de 2 à 24 résultats d'essais.

Si la quantité de béton excède 450 m³ ou que le nombre d'échantillons excède 24, la formation des lots doit être planifiée de façon à obtenir des lots sensiblement égaux.

• **Confection, cure et résistance à la compression des éprouvettes**

Les échantillons servant à déterminer la conformité du béton projeté sont confectionnés par la projection de ce béton dans des moules prévus à cet effet et fournis par l'entrepreneur. Ces échantillons doivent être confectionnés dans des conditions identiques à celles des travaux, c'est-à-dire avec les mêmes matériel, constituants, méthodes et opérateurs de lance de projection.

Le moule doit être en bois ou en tout autre matériau lisse et rigide. Les dimensions minimales du fond du moule doivent être de 300 mm x 300 mm. Ses parois latérales doivent être assemblées de façon à former un angle interne de 135° par rapport au fond du moule et à obtenir une hauteur minimale de 125 mm. De plus :

- ♦ les moules doivent être humectés et propres avant d'être utilisés; il ne doit pas y avoir d'eau libre dans le moule;
- ♦ lors de la projection, le moule doit être fermement appuyé;
- ♦ l'angle de projection doit être de 90° par rapport au fond du moule;
- ♦ la finition de la surface doit être faite à la truelle de bois;
- ♦ l'épaisseur de béton projeté doit être de 125 mm ± 10 mm;
- ♦ l'échantillon doit demeurer au site de prélèvement, dans sa position originale, jusqu'à son transport au laboratoire.

Dès que la projection est terminée, l'échantillon doit être maintenu humide à l'aide d'une toile de fibres synthétiques saturée d'eau, conforme à la norme 3501 du Ministère, et d'une pellicule de polyéthylène pour empêcher l'eau de s'évaporer. De plus, il doit être maintenu à une température ambiante comprise entre 10°C et 25°C. Cette protection doit être maintenue pendant les 24 ± 4 premières heures.

Les trois éprouvettes sont des carottes de 75 mm de diamètre prélevées dans l'échantillon entre 3 et 5 jours après sa confection. Les

15 | Ouvrages d'art

carottes ainsi obtenues sont conservées dans l'eau saturée de chaux jusqu'au moment de l'essai de résistance à la compression. Deux carottes sont utilisées pour l'essai à 28 jours et, à moins d'une indication contraire du surveillant, l'essai sur la troisième carotte est effectué à 7 jours.

Les carottes sont sciées aux 2 extrémités et coiffées de façon que l'éprouvette soumise à l'essai de compression ait un rapport longueur/diamètre variant de 1,0 à 1,1. La partie des carottes d'une épaisseur de 20 mm provenant du fond du moule doit être enlevée.

La préparation des carottes et l'essai de compression doivent être effectués selon les exigences de la norme CSA A23.2-14C «Prélèvement et mise à l'essai de carottes de béton pour la résistance à la compression».

Les résistances à la compression des carottes sont corrigées en les multipliant par le facteur 0,87.

e) *Proportion des constituants des mélanges ensachés des bétons projetés par procédé à sec*

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, un échantillon de 30 kg de matériau est prélevé au hasard parmi les sacs entreposés au chantier.

15.6.2.2 Treillis à mailles soudées

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement consiste en un échantillon découpé de façon à inclure 3 fils transversaux consécutifs, s'étendant sur toute la largeur du treillis, d'un même diamètre et de même provenance. Les analyses et essais sur ces échantillons doivent être effectués selon les exigences de la norme ASTM A1064/A1064M «Standard Specification for Carbon-Steel Wire and Welded Wire Reinforcement, Plain and Deformed, for Concrete».

15.6.2.3 Matériaux de cure

15.6.2.3.1 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en :

- une feuille imperméable ou de toile absorbante, mesurant environ 1 m²;
- 1 l de matériau de cure formant membrane, provenant d'un contenant scellé dont le contenu a été préalablement homogénéisé.

15.6.3 MISE EN ŒUVRE

L'entrepreneur doit remettre au surveillant les fiches descriptives des mélanges qu'il se propose d'utiliser, au moins 7 jours avant de procéder à l'application du béton projeté.

15.6.3.1 Préparation des surfaces à recouvrir

Un nettoyage par projection d'un jet d'eau haute pression ou d'abrasif humide doit être effectué sur les armatures devenues apparentes à la suite de la démolition du béton de façon à enlever toute rouille, et sur les surfaces de béton à conserver de façon à détacher toute particule n'adhérant pas à la surface; ce nettoyage est omis si l'hydrodémolition est utilisée pour démolir le béton.

Toute éclaboussure de béton provenant d'une application précédente de béton projeté et qui aurait séché sur les armatures, y compris le treillis, doit être enlevée avant de procéder à une nouvelle application de béton.

Les surfaces de béton en contact avec le nouveau béton doivent ensuite être débarrassées de tout débris à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 l/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton de 150 mm à 200 mm).

Les surfaces de béton doivent être humidifiées jusqu'à saturation, mais elles doivent être sèches en surface au moment de la mise en place du nouveau béton.

Les surfaces de béton durci des joints de construction doivent être traitées au jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 l/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton de 150 à 200 mm) avant de procéder à la mise en place subséquente de béton de façon à obtenir une surface exempte de tout débris. Les surfaces de béton âgées de plus de 14 jours doivent être humidifiées jusqu'à saturation, mais elles doivent être sèches en surface au moment de la mise en place du nouveau béton.

L'eau utilisée pour le nettoyage et l'humidification des surfaces doit être conforme à la norme 3101 du Ministère concernant l'eau de gâchage.

Le matériel utilisé pour le jet d'abrasif humide doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel.

15.6.3.2 Treillis

Le treillis doit être exempt de saleté, de terre, de peinture, de rouille, d'éclaboussure de béton

15 | Ouvrages d'art

durci provenant d'une mise en place précédente de béton projeté, d'huile, et ne doit pas être déformé ou tordu.

Le treillis doit être solidement fixé, à l'aide d'attaches ancrées mécaniquement dans le béton ou solidement attachées aux armatures existantes, pour éviter tout déplacement lors de la mise en place du béton.

Le fil d'acier utilisé pour lier le treillis doit être en acier recuit et avoir un diamètre d'au moins 1,6 mm (calibre 16). Le fil d'acier utilisé avec le treillis galvanisé doit être galvanisé. Les fils d'acier doivent être repliés de manière à avoir le même enrobage que celui qui est exigé pour les treillis qu'ils fixent.

Les barres d'armature existantes dont les attaches ont été altérées par les travaux de démolition doivent être remises dans leur position originale et fixées par ligature de fils d'acier à chaque ancrage de treillis.

Le treillis doit être placé à une distance d'au moins 25 mm de la surface à recouvrir et avoir un enrobage minimal de 30 mm. Les treillis doivent se chevaucher sur une distance minimale correspondant à la largeur d'un carreau.

15.6.3.3 Conditions météorologiques

L'application du béton projeté ne peut être faite que lorsque :

- la température de l'air extérieur et celle de la surface à recouvrir sont supérieures à 5 °C et à la hausse;
- la température de l'air extérieur n'est pas susceptible de descendre en dessous de 5 °C dans les 48 heures suivant l'application du béton projeté (selon les prévisions du bureau météorologique de la région);
- les surfaces à recouvrir ne sont pas exposées à la pluie ou au ruissellement qui en découle.

Pendant une période de 7 jours suivant l'application, le béton en place doit être maintenu à une température minimale de 10 °C.

L'application du béton projeté est interdite entre le 1^{er} novembre et le 31 mars.

15.6.3.4 Autorisation de mise en place du béton

L'entrepreneur doit donner un avis écrit au surveillant d'au moins 24 heures, précisant la date et l'heure de mise en place du béton projeté d'une partie quelconque d'un ouvrage et la séquence de mise en place qu'il se propose de suivre.

Le surveillant autorise la mise en place du béton projeté d'une partie quelconque d'un ouvrage

lorsque la fiche descriptive du mélange est acceptée, le treillis pour cette partie de l'ouvrage est bien en place, la préparation des surfaces à recouvrir est effectuée, les armatures et les surfaces de béton existantes et tout autre élément à recouvrir de béton sont nettoyés et propres, le matériel et les matériaux nécessaires à la mise en place et à la cure sont sur les lieux, les toiles de fibres synthétiques utilisées pour la cure sont fixées au-dessus des surfaces à recouvrir de façon à être mises en place rapidement une fois la finition du béton terminée.

Le surveillant remet à l'entrepreneur un avis écrit l'autorisant à procéder à la mise en place du béton projeté de cette partie de l'ouvrage.

15.6.3.5 Application du béton projeté

Le mélange des constituants doit être préparé en usine et livré en sacs ou doit être préparé sur le chantier au moyen d'une bétonnière mobile.

Dans le cas du béton projeté par procédé humide, l'ajout de superplastifiant durant la période de production du béton est autorisé afin de maintenir l'affaissement à l'intérieur des valeurs spécifiées. Le malaxage doit se poursuivre sur une période minimale de 5 minutes après l'ajout de superplastifiant dans le camion malaxeur. Tout le béton malaxé doit être projeté moins de 120 minutes après l'ajout initial d'eau de gâchage; le volume des gâchées doit être ajusté pour satisfaire à cette exigence. Les fibres de polypropylène doivent être ajoutées au béton à la centrale de dosage.

Les mélanges en sacs doivent être homogènes et secs au moment de leur utilisation. Les sacs doivent être protégés de l'humidité pendant le transport et l'entreposage, et ce, jusqu'à leur introduction dans le malaxeur ou la pompe. Les sacs contenant des mottes ou des matériaux hydratés doivent être rejetés.

Les mélanges préparés à l'aide d'une bétonnière mobile et les mélanges en sacs doivent être préhumidifiés de façon homogène, de sorte que la teneur en eau se situe entre 3 % et 6 % de la masse totale du mélange.

L'application du béton projeté doit s'effectuer d'une façon constante et sans interruption. Elle doit être suspendue lorsque le béton à la sortie de la lance de projection n'est pas homogène ou lorsque le fonctionnement défectueux d'un appareil altère le béton ou l'application. Toute application doit être également suspendue lorsque la vitesse du vent nuit à la qualité des travaux de finition des surfaces.

Lorsque les travaux sont suspendus, à la fin d'une journée de travail ou lors de tout arrêt prolongé, la couche de béton en cours d'application

15 | Ouvrages d'art

doit être amincie suivant une pente de 45° et l'entrepreneur doit protéger efficacement le béton déjà mis en place des effets de la pluie jusqu'à ce qu'il ait suffisamment durci.

L'application doit être faite de façon à enrober complètement les armatures et à éviter la formation de vides dans le béton projeté.

L'opérateur doit diriger le jet de béton perpendiculairement à la surface à recouvrir et tenir la lance de projection à environ 1 m de celle-ci, sauf dans les espaces restreints.

Le béton projeté doit être mis en place de telle sorte qu'il ne s'affaisse pas. Le béton projeté doit être posé sur sa pleine épaisseur en une seule couche; si plusieurs passes sont nécessaires, le délai entre 2 passes doit être inférieur à 120 minutes.

Les constituants du béton provenant du rebondissement lors de la projection ne doivent pas être réutilisés. Le béton projeté qui n'adhère pas à la surface traitée et qui tombe par terre ne doit pas être réutilisé pour être à nouveau projeté.

15.6.3.6 Finition du béton

L'excès de matériau doit être enlevé à l'aide d'un outil à bord tranchant. Le profil des surfaces verticales est vérifié et corrigé lors de la finition à l'aide d'une règle de 3 m. Aucune irrégularité ou dépression, mesurée selon la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère, ne doit excéder en tout point 15 mm dans 3 m.

Le régalaage des surfaces doit être fait lorsque le béton projeté a suffisamment durci pour prévenir le déchirement ou la fissuration. Le régalaage des surfaces verticales doit être effectué à l'aide d'une truelle mécanique rotative munie d'un disque en caoutchouc à haute densité. La finition des surfaces et le contrôle de l'épaisseur des éléments de grandes dimensions doivent se faire à l'aide d'un fil tendu servant de guide aux opérateurs.

Immédiatement après le régalaage, l'aplanissement des surfaces doit être réalisé à l'aide d'une truelle en bois pour faire disparaître les stries et fermer les pores apparaissant à la surface.

Toutes les opérations relatives à la finition du béton doivent être faites pendant que le béton est suffisamment plastique pour atteindre le résultat désiré sans qu'il soit nécessaire d'ajouter de l'eau à la surface du béton.

15.6.3.7 Cure

Préalablement à la cure, les surfaces de béton projeté doivent être maintenues continuellement humides. À cette fin, l'entrepreneur doit utiliser

un équipement qui pulvérise de l'eau en fines gouttelettes sur les surfaces de béton de façon à former un fin brouillard qui n'endommage pas le béton plastique. Tout apport d'eau trop important ayant pour conséquence que l'eau s'égoutte ou coule sur les surfaces avant la prise initiale du béton est interdit. Cette humidification continue des surfaces doit être réalisée au plus tard 60 minutes après la finition du béton, en un point quelconque des surfaces recouvertes de béton, et elle doit être poursuivie jusqu'à ce que la cure demandée soit réalisée, et ce, sans endommager les surfaces de béton.

La durée de la cure est d'au moins 7 jours consécutifs suivant la mise en place du béton projeté.

Les surfaces au plafond doivent être recouvertes d'un matériau de cure formant membrane, translucide avec un colorant fugace. Il doit être appliqué de façon à former une pellicule suffisamment épaisse et ininterrompue sur toute la surface exposée à l'air ambiant, selon le taux recommandé par le fabricant.

Toutes les autres surfaces doivent être recouvertes d'une toile de fibres synthétiques saturée d'eau et d'une pellicule de polyéthylène pour empêcher l'eau de s'évaporer. Cette protection contre l'assèchement doit être solidement fixée de façon à empêcher l'air de venir en contact avec les surfaces de béton et de façon que celles-ci demeurent constamment humides.

L'eau utilisée pour la cure du béton doit être conforme à la norme 3101 du Ministère concernant l'eau de gâchage. La température de l'eau ne doit pas être inférieure à 10 °C.

15.6.3.8 Inspection

Aussitôt après la cure, toutes les surfaces de béton doivent être inspectées et réparées.

L'entrepreneur doit fournir au surveillant l'accès aux surfaces de béton projeté aux fins de vérification. Après la cure et en présence de l'entrepreneur, le surveillant vérifie à l'aide d'un marteau les surfaces de béton projeté. Les surfaces qui produisent un son creux, signe d'une mauvaise adhérence, y compris une zone de 150 mm située sur le pourtour, doivent être démolies et reconstruites aux frais de l'entrepreneur.

15.6.4 MODE DE PAIEMENT

Les travaux de béton projeté sont payés à prix global ou au mètre carré de surface recouverte, sans addition pour l'épaisseur du nouveau béton.

15 | Ouvrages d'art

Le prix couvre notamment la certification des opérateurs de lance de projection, la démolition du béton si elle ne fait pas l'objet d'un article particulier au bordereau, la préparation des surfaces à recouvrir, la fourniture des matériaux, y compris le treillis à mailles soudées ainsi que ses ancrages, et les moules destinés à la confection des échantillons, la mise en œuvre, la finition et la cure des surfaces ainsi que le nettoyage des surfaces attenantes, et il inclut toute dépense incidente.

Les coûts relatifs au refroidissement du béton ou à tout autre procédé approuvé de mise en place du béton par temps chaud doivent être inclus dans le prix unitaire du béton.

Les exigences relatives à la conformité de la résistance à la compression du béton ainsi que le calcul du prix unitaire révisé du béton s'appliquent au béton projeté.

15.7 PRÉCONTRAINTÉ

15.7.1 MATÉRIAUX

15.7.1.1 Armature de précontrainte

L'armature de précontrainte doit être conforme à la norme 5201 du Ministère.

L'armature de précontrainte doit être propre et exempte de rouille, d'huile, de saleté, de scories de laminage et de piqûres. Une mince couche de rouille est cependant jugée admissible.

15.7.1.2 Gaines

Pour la précontrainte par post-tension intérieure, les gaines de protection des armatures de précontrainte doivent être en tôle d'acier ondulée, résistantes, étanches, assez souples pour épouser la courbe des tracés prévus et exemptes de rouille et de déformation. L'acier des gaines ne doit pas être galvanisé pour la précontrainte longitudinale.

Pour la précontrainte par post-tension extérieure, les gaines doivent être en polyéthylène à haute densité (PEHD) résistant aux rayons ultraviolets et capables de supporter des pressions minimales de 1000 kPa.

15.7.1.3 Coulis d'injection

Le coulis d'injection utilisé doit être conforme à la norme 3901 du Ministère.

15.7.1.4 Ferrures

L'acier des ferrures, notamment celui des garnitures d'insertion et des tuyaux, ne doit pas être galvanisé.

15.7.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

15.7.2.1 Armature de précontrainte

15.7.2.1.1 Attestation de conformité

Pour chaque livraison et au moins 2 semaines avant la mise en tension de l'armature de précontrainte, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom du fabricant de l'armature de précontrainte;
- la désignation de la norme ASTM;
- dans le cas des torons :
 - ♦ le diamètre, le calibre, la catégorie et l'identification LR du type de relaxation,
 - ♦ le diagramme contrainte-déformation,
 - ♦ le certificat concernant la résistance ultime et le module d'élasticité,
 - ♦ le numéro de touret correspondant au numéro du lot de production;
- dans le cas des barres :
 - ♦ le diamètre nominal et la nuance,
 - ♦ le diagramme contrainte-déformation,
 - ♦ le certificat concernant la résistance ultime et le module d'élasticité,
 - ♦ le numéro du lot de production.

Un lot de production correspond à une coulée d'acier.

Un câble de précontrainte peut être constitué d'un ou de plusieurs torons. Un câble de précontrainte doit préférablement être fabriqué avec de l'armature de précontrainte provenant d'un seul lot de production. Lorsque plusieurs lots de production sont utilisés pour fabriquer un câble, l'entrepreneur doit utiliser des lots dont les propriétés mécaniques (limite élastique, résistance ultime et module d'élasticité) diffèrent de moins de 1,5 % entre eux.

Sur chaque câble de précontrainte fabriqué hors chantier doit être apposée une étiquette contenant l'information suivante :

- la numérotation du câble correspondant à celle figurant dans les plans d'atelier;
- le ou les numéros de lot de production de l'armature de précontrainte utilisée pour la fabrication du câble;
- le nombre de torons correspondant à chacun des lots de production de l'armature de précontrainte constituant le câble.

15 | Ouvrages d'art

15.7.2.1.2 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en 2 torons ou barres d'une longueur de 1500 mm par lot de production.

Pour les câbles de précontrainte fabriqués hors chantier, l'entrepreneur doit remplacer au chantier les torons sur lesquels un prélèvement est réalisé.

15.7.2.2 Coulis d'injection

15.7.2.2.1 Contrôle de réception

a) Méthode d'échantillonnage et d'essai sur le coulis plastique et durci

La méthode d'échantillonnage du coulis doit être conforme à la norme CSA A23.2-1B « Mise à l'essai pour la détermination des propriétés du coulis fluide ».

La méthode de détermination de la viscosité du coulis plastique doit être conforme à la norme CSA A23.2-1B « Mise à l'essai pour la détermination des propriétés du coulis fluide » ou à la norme ASTM C939/C939M « Standard Test Method for Flow of Grout for Preplaced-Aggregate Concrete (Flow Cone Method) ».

La méthode de détermination du gonflement ou du ressuage du coulis plastique doit être conforme à la norme CSA A23.2-1B « Mise à l'essai pour la détermination des propriétés du coulis fluide » ou à la norme ASTM C940 « Standard Test Method for Expansion and Bleeding of Freshly Mixed Grouts for Preplaced-Aggregate Concrete in the Laboratory ».

La méthode de détermination de la température du coulis plastique doit être conforme à la norme CSA A23.2-17C « Détermination de la température du béton de ciment hydraulique frais ».

La méthode de détermination de la résistance à la compression doit être conforme à la norme CSA A23.2-1B « Mise à l'essai pour la détermination des propriétés du coulis fluide ».

b) Vérification des caractéristiques du coulis plastique

Le Ministère vérifie les caractéristiques sur le coulis d'injection plastique (viscosité, gonflement, ressuage et température) sur les deux premières gâchées et, à la demande du surveillant, sur les autres gâchées ou lorsque des changements sont apportés au mélange du coulis d'injection.

c) Vérification de la résistance à la compression

Le Ministère vérifie la résistance à la compression sur le coulis d'injection durci en prélevant au moins un échantillon par quart de travail d'injection de coulis et à la demande du surveillant ou lorsque des changements sont apportés au mélange de coulis d'injection.

15.7.3 BÉTON PRÉCONTRAIT EN PLACE

15.7.3.1 Documents requis

L'entrepreneur doit fournir au surveillant les plans d'atelier de la précontrainte et la note de calcul de la précontrainte. Lorsque les plans et devis ne stipulent pas un procédé complet de précontrainte, l'entrepreneur doit préparer une note de calcul de la précontrainte en fonction du procédé de précontrainte choisi pour établir les plans d'atelier de la précontrainte. Cette note de calcul doit être remise dans les mêmes délais que ceux prévus pour les plans d'atelier.

Les plans d'atelier doivent être préparés par une entreprise spécialisée dans le domaine de la post-tension et doivent notamment inclure :

- le profil de l'armature de précontrainte au moyen de cotes, soit tous les 600 mm c/c au maximum, soit à l'endroit exact des étriers selon la disposition déjà établie;
- les coupes transversales à tous les endroits suivants : aux points hauts du tracé de l'armature de précontrainte, aux abouts, aux diaphragmes, aux ancrages intermédiaires et à tout autre endroit où l'armature peut nuire à la mise en place de l'armature de précontrainte et du béton;
- la disposition des plaques d'ancrage et de l'armature de fretage. Celle-ci ne doit pas être un obstacle à la mise en place des joints de tablier ou des autres armatures;
- les caractéristiques et les dimensions des capots d'injection;
- les dimensions des niches;
- l'ordre de mise en tension de l'armature de précontrainte. La mise en tension doit être prévue de façon que les efforts de précontrainte s'appliquent symétriquement à la section de béton;
- la localisation des événements aux extrémités des gaines (ancrages) et aux points hauts du profil des gaines ainsi que celle des drains aux points bas du profil des gaines. Ces éléments doivent être numérotés;

15 | Ouvrages d'art

- la direction du cheminement du coulis à l'intérieur des gaines ainsi que la séquence de fermeture des évents et des drains pendant la réalisation de l'injection.

Dans le cas de la précontrainte extérieure, les plans d'atelier doivent aussi inclure les déviateurs, les supports intermédiaires et temporaires ainsi que les manchons de dilatation.

Avant de commencer la note de calcul de la précontrainte, l'entrepreneur doit faire approuver par le surveillant :

- les coefficients de frottement servant aux calculs, s'ils ne sont pas stipulés dans les plans et devis;
- la valeur du glissement ou de la rentrée des ancrages aux extrémités de l'armature de précontrainte;
- la capacité de l'armature de précontrainte et l'uniformité de sa distribution dans l'ouvrage selon les exigences des plans et devis;
- la capacité des ancrages et du fretage qui doit pouvoir résister à une force supérieure à la force de rupture de l'armature de précontrainte;
- la description du procédé de précontrainte, y compris les accessoires, les matériaux et les différentes phases de construction;
- le nombre, la localisation et la description des phases choisies en tenant compte du fait que chacune des phases du bétonnage du tablier doit s'effectuer en une coulée continue et sur toute la largeur du tablier;
- lorsque l'entrepreneur veut utiliser un procédé de précontrainte nouveau ou non encore expérimenté par le Ministère, il doit au préalable faire agréer ce procédé; pour obtenir cet agrément, il doit fournir au surveillant toutes les caractéristiques des divers éléments du procédé : armature de précontrainte, gaines, ancrages, fretage, glissement de l'armature de précontrainte à l'ancrage, vérins, matériel d'injection, coefficients de frottement, etc. Il doit également fournir au surveillant copie des rapports d'essais effectués par un laboratoire reconnu.

La note de calcul doit permettre de suivre le cheminement des calculs, au moins à tous les dixièmes de portée, et inclure :

- les contraintes dans le béton pour les conditions de charges à la construction et en service;
- les efforts et la résistance aux états limites ultimes;

- la déflexion attribuable à la précontrainte et aux charges permanentes à la construction et à long terme;
- la capacité du béton requise pour la mise en tension de l'armature de précontrainte;
- l'armature de fretage des abouts et des ancrages.

Au moins 2 semaines avant la mise en tension de l'armature de précontrainte, l'entrepreneur doit fournir au surveillant les documents suivants :

- le certificat d'étalonnage des vérins, des pompes et des manomètres utilisés;
- le certificat d'étalonnage doit contenir l'information relative au modèle de vérin, au numéro de série, à l'aire du piston et à la valeur des pertes internes et doit dater de moins de 6 mois;
- la procédure de précontrainte (calcul des tensions et des allongements correspondant à la force de précontrainte requise);
- la fiche technique du coulis d'injection.

La note de calcul de la précontrainte et la procédure de précontrainte doivent être préparées par une entreprise spécialisée dans le domaine de la post-tension et être signées par un ingénieur. La note de calcul et les plans d'atelier de la précontrainte doivent être vérifiés et signés par un ingénieur autre que le concepteur, sauf dans le cas de la précontrainte transversale des dalles.

15.7.3.2 Exigences de conception

À moins d'une indication contraire dans la présente section, la conception et la mise en œuvre doivent être conformes à la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers». Les contraintes permises de traction et de compression ne doivent pas excéder les valeurs prévues dans les plans et devis.

Dans le cas de la précontrainte extérieure, le déviateur simple est constitué d'un tube en acier non galvanisé rigide installé dans le diaphragme en béton. Le raccordement entre la gaine en PEHD et le tube métallique peut s'effectuer de deux façons :

- à l'aide d'un manchon étanche placé entre les deux conduits. Le manchon doit être protégé lors de l'injection s'il ne peut pas résister lui-même à la pression d'injection;
- à l'aide de courts tronçons de gaines en PEHD partiellement intégrés dans le béton et enfilés aux extrémités du tube métallique, pour permettre le raccordement direct par thermofusion avec la gaine principale en PEHD.

15 | Ouvrages d'art

Le déviateur à double paroi est constitué d'un tube en acier non galvanisé rigide installé dans le diaphragme en béton à l'intérieur duquel passe un autre tube en PEHD. Le raccordement se fait à l'aide d'un manchon souple et étanche placé à la jonction de passage de la gaine en PEHD dans le tube métallique pour éviter d'éventuelles accumulations d'eau entre les deux parois. La paroi intérieure est raccordée directement par thermofusion avec la gaine principale en PEHD.

Les déviateurs et les zones d'ancrage doivent permettre de réaliser sans cassure angulaire le raccordement entre deux tronçons droits coplanaires et de démonter l'armature de précontrainte sans intervention dommageable pour les éléments structuraux. Des ouvertures supplémentaires doivent être prévues au niveau de ces éléments pour l'ajout d'armature de précontrainte supplémentaire lorsque cela est requis aux plans et devis.

Les zones d'ancrage, les déviateurs et les supports intermédiaires doivent être situés de façon que la longueur libre d'une armature de précontrainte extérieure ne dépasse pas 10 m.

15.7.3.3 Mise en œuvre

L'entrepreneur doit aviser le surveillant avant de commencer l'insertion de l'armature de précontrainte dans les gaines, de procéder à la mise en tension de l'armature de précontrainte et à l'injection des gaines.

La précontrainte doit être exécutée par une entreprise spécialisée dans le domaine de la post-tension. Si l'entrepreneur réalise lui-même ces travaux, il doit le faire sous la surveillance d'un représentant qualifié de l'entreprise spécialisée en précontrainte; ce représentant doit être présent aux phases principales suivantes :

- l'inspection et la vérification de l'état et de la disposition des gaines et de l'armature de précontrainte avant le bétonnage;
- la mise en tension de l'armature de précontrainte;
- l'injection du coulis dans les gaines.

15.7.3.3.1 Gaines pour précontrainte intérieure

Des dispositions doivent être prises pour empêcher l'eau et les débris de s'infiltrer à l'intérieur des gaines dès leur installation, et cela, jusqu'à l'injection du coulis.

Le raccordement des gaines doit être effectué au moyen de manchons étanches et de garnitures d'étanchéité.

Les gaines doivent être placées avec une précision de ± 6 mm, sauf pour le cas de la précontrainte

transversale de dalle où cette précision doit être de ± 3 mm verticalement.

Des dispositions doivent être prises pour assurer la stabilité des gaines ou groupes de gaines et leur immobilité pendant le bétonnage. Les gaines doivent être maintenues dans leur position à l'aide de fil d'acier de même type que celui qui est utilisé pour lier les barres d'armature et être attachées à des supports fabriqués à partir de barres d'armature fixées aux étriers. L'espacement maximal de ces supports doit être de 600 mm.

Des événements doivent être disposés aux extrémités des gaines (ancrages) et aux points hauts du profil des gaines. Pour le cas de la précontrainte transversale dans une dalle, ils ne doivent pas se situer à l'intérieur d'un chasse-roues, d'un trottoir, d'une piste cyclable ou d'une glissière en béton.

Aux points hauts du profil des gaines qui ne sont pas situés aux extrémités, deux événements additionnels doivent être disposés de part et d'autre de l'événement au point haut. Ces événements doivent être situés à une distance comprise entre 600 mm et 1 m de l'événement du point haut.

Sauf pour le cas de la précontrainte transversale dans une dalle, des drains doivent être disposés aux points bas du profil des gaines. Les événements et les drains doivent être installés de façon rectiligne et le plus près possible de la verticale.

15.7.3.3.2 Gaines pour précontrainte extérieure

Les gaines doivent être livrées au chantier en éléments droits.

Des dispositions doivent être prises pour empêcher l'eau et les débris de s'infiltrer à l'intérieur des gaines dès leur installation, et cela, jusqu'à l'injection du coulis.

L'assemblage des gaines doit être fait par thermofusion, soit par soudage au miroir, soit par utilisation d'un raccord électrosoudable. Les coupes des tronçons à assembler doivent être à angle droit.

Les gaines doivent être placées avec une précision de ± 6 mm.

Les événements doivent être raccordés aux gaines par des dispositifs capables de résister à une pression au moins égale à la pression maximale que la gaine peut supporter. Les perçages doivent être réalisés avant la mise en place de l'armature de précontrainte dans les gaines.

Des manchons de dilatation étanches doivent être installés au besoin sur les gaines de façon à permettre des variations de longueur en cas d'écart de température avant la prise du coulis.

15 | Ouvrages d'art

Les gaines en PEHD doivent être supportées temporairement lors de l'injection du coulis pour limiter leur déformation et assurer que les torons sont enrobés de coulis.

Des événements doivent être disposés aux extrémités des gaines (ancrages) et aux points hauts du profil des gaines.

15.7.3.3.3 *Mise en place de l'armature de précontrainte et des ancrages*

Les armatures de précontrainte doivent être coupées à la meule et non au chalumeau.

L'insertion de l'armature de précontrainte dans les gaines doit être effectuée par tirage et avant le bétonnage des éléments, sauf pour la précontrainte transversale de dalle où l'armature de précontrainte peut être insérée après le bétonnage de la dalle dans le cas où les ancrages le permettent.

Les plaques d'ancrage doivent être perpendiculaires à l'armature de précontrainte. Ces plaques doivent être fixées solidement aux coffrages, de façon qu'elles ne se déplacent pas lors du bétonnage.

Des dispositions doivent être prises pour protéger la partie des armatures de précontrainte située à l'extérieur des gaines, et cela, jusqu'à l'injection du coulis.

15.7.3.3.4 *Mise en tension de l'armature de précontrainte*

Des éprouvettes mûries dans les mêmes conditions que les éléments servent à déterminer le moment où la mise en tension de l'armature de précontrainte est permise.

L'entrepreneur doit procéder à la mise en tension selon les exigences des plans d'atelier. L'armature de précontrainte doit être tendue aussitôt que le béton a atteint la résistance à la compression exigée aux plans et devis. Aucun délai n'est autorisé sans la permission préalable et écrite du surveillant.

Lorsqu'il y a à la fois précontrainte transversale et précontrainte longitudinale, l'entrepreneur doit tendre d'abord l'armature de précontrainte transversale et ensuite l'armature de précontrainte longitudinale ou suivre une séquence de mise en tension approuvée par le surveillant.

Les hypothèses sur le glissement ou la rentrée des ancrages aux extrémités de l'armature de précontrainte doivent être vérifiées lors de la mise en tension.

La tension est mesurée à l'aide du manomètre du vérin et est vérifiée par la mesure de l'allongement de l'armature de précontrainte. Ces 2 mesures

doivent être à l'intérieur des limites de $\pm 5\%$ prévues dans la procédure de précontrainte; si une des 2 mesures se situe à l'extérieur de ces limites, l'entrepreneur doit faire accepter par le surveillant les mesures correctives qu'il propose.

Le système de mise en tension doit permettre de bloquer et de maintenir la pression de façon temporaire dans le vérin.

Lorsqu'il y a rupture d'une armature de précontrainte au cours de la mise en tension, l'armature défectueuse doit être remplacée lorsque la réduction de la force de précontrainte, en un point, dépasse les valeurs suivantes :

- 10 % pour chaque câble pris individuellement;
- 5 % pour l'ensemble de deux câbles adjacents;
- 2 % pour l'ensemble d'un groupe de câbles sollicités en même temps par une même charge, tel que l'ensemble des câbles d'une poutre ou d'une âme de caisson.

15.7.3.3.5 *Injection du coulis dans les gaines*

L'injection du coulis de ciment dans les gaines doit être faite dès que la mise en tension de l'armature de précontrainte est terminée et que le surveillant a terminé la vérification des forces de précontrainte.

L'entrepreneur doit utiliser des capots d'injection munis d'évents aux extrémités de l'armature multitoron. Dans le cas des extrémités de l'armature monotoron ou des barres, l'entrepreneur doit boucher, au moyen de béton ou de mortier cimentaire, toutes les ouvertures susceptibles de laisser passer le coulis.

L'entrepreneur doit nettoyer les gaines, immédiatement avant l'injection, au moyen d'un jet d'air de façon à enlever l'eau ou tout autre débris. Il doit par la suite vérifier au moyen d'air comprimé l'étanchéité de chaque gaine. Cette vérification s'effectue selon les étapes suivantes :

- fermeture de tous les événements, drains et capots d'injection de la gaine testée, ouverture des événements des gaines adjacentes;
- mise sous pression de la gaine entre 30 et 50 psi au moyen d'un jet d'air muni d'une valve. Un manomètre doit également être fixé sur un des événements d'extrémité, entre celui-ci et la valve;
- fermeture de la valve et maintien de la pression pour un délai minimal d'une minute;
- réparation des fuites et reprise de la vérification si la pression chute de plus de 50 % de la valeur initiale.

15 | Ouvrages d'art

Le matériel utilisé pour le jet d'air doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel.

Le coulis de ciment doit être préparé immédiatement avant son emploi à l'aide d'un malaxeur colloïdal avec une vitesse de rotation minimale de 1500 rpm; si la fluidité décroît au point qu'il ne peut pas être pompé adéquatement, il doit être rejeté. Le coulis doit être malaxé continuellement pendant la durée de l'injection.

L'équipement d'injection doit être muni d'une grille ayant des ouvertures maximales libres de 5 mm pour filtrer le coulis avant son injection. L'injection doit être faite sans interruption afin d'éviter la formation de poches d'air et doit être terminée dans un délai de 30 minutes suivant le début du gâchage pour chacune des gaines.

La pompe à injection du coulis doit être du type « vis sans fin » et doit développer une pression minimale de 600 kPa. Un manomètre doit permettre de mesurer adéquatement la pression d'injection. La pression d'injection maximale à l'entrée ne doit pas dépasser 1000 kPa pendant l'injection. Le coulis doit sortir régulièrement et sans dilution avant de fermer chaque évent. Aux points hauts intermédiaires, les événements additionnels doivent être fermés avant de fermer celui du point haut.

Avant la fermeture du dernier évent de chaque gaine, au minimum 5 litres de coulis doivent être évacués sans présence de bulles d'air ou de contaminants. Le coulis évacué doit avoir une consistance similaire à celle qui est observée au point d'injection.

Sauf dans le cas de la précontrainte transversale des dalles, après la fermeture du dernier évent, le coulis doit être évacué, sans présence de bulles d'air, de contaminants ou d'eau libre, du capot d'injection attendant, qui doit ensuite être fermé tout en maintenant la pression d'injection.

Tous les événements, une fois fermés, doivent être élevés et fixés au-dessus du niveau de la gaine où ils sont connectés et ce, jusqu'au durcissement du coulis, de manière à ce que l'air et l'eau de ressuage en soient évacués.

Dans le cas où une protection par temps froid de type 4 n'est pas utilisée lors du bétonnage du tablier, où la température extérieure est susceptible de descendre en dessous de 5 °C et où l'injection du coulis n'est pas faite, l'eau stagnante doit être évacuée des gaines de façon répétée, à l'aide d'un jet d'air comprimé. Le matériel utilisé pour le jet d'air doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel.

15.7.3.3.6 Arasage de l'armature de précontrainte et cachetage

Après la mise en tension finale, l'armature de précontrainte doit être coupée à la meule et enrobée entièrement dans le béton. Toutes les niches doivent être comblées avec du béton de même type que celui qui est utilisé pour la dalle ou le tablier. Il doit recouvrir les ancrages sur une épaisseur de 75 mm et être fait au plus tard 7 jours après l'injection.

Après un délai minimal de 24 heures suivant la fin de l'injection, les événements et les drains pour lesquels il n'y a pas de cachetage prévu aux plans et devis doivent être coupés à une profondeur minimale de 25 mm sans toutefois excéder 50 mm. Les trous laissés par l'enlèvement de ces éléments doivent être comblés selon les exigences relatives à l'enlèvement des cônes de plastique des attaches de coffrage des ouvrages en béton.

15.7.4 BÉTON PRÉCONTRAIT PRÉFABRIQUÉ

La fabrication des poutres en béton précontraint par post-tension doit satisfaire aux exigences du béton précontraint en place.

15.7.4.1 Documents requis

L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 14 jours avant la réunion préalable, les documents suivants :

- la fiche technique du coulis d'injection dans le cas de la post-tension;
- l'ordre de mise en tension de l'armature de précontrainte (post-tension);
- le plan de montage décrivant la méthode de mise en place des poutres ainsi que la localisation et la capacité du matériel utilisé. Ce plan doit inclure les contreventements et les ouvrages temporaires pour résister aux efforts pendant la construction et pour maintenir les poutres d'aplomb et à leur place exacte jusqu'à l'achèvement de l'ouvrage, de façon à assurer la stabilité des poutres en empêchant tout déplacement latéral et longitudinal des semelles inférieures et supérieures. Les efforts à considérer sont tous ceux qui surviennent aux différentes étapes de construction conformément à la norme CSA S269.1 « Ouvrages provisoires et coffrages », y compris les efforts attribuables aux vents établis en fonction d'une période de retour de 10 ans, d'un coefficient de rafale (Cg) de 2 et d'un coefficient de pression extérieure horizontale (Cp) de 2. Dans le cas d'un pont d'étagement, pour tenir



15 | Ouvrages d'art

compte des surcharges locales engendrées par la circulation sous le pont, les pressions de calcul du vent doivent être augmentées de 0,24 kPa perpendiculairement à l'ouvrage. Les contreventements temporaires doivent être situés au niveau des unités de fondation ainsi qu'en travée, soit environ au tiers et aux deux tiers des portées sans être toutefois en conflit avec les diaphragmes permanents.

La note de calcul de la précontrainte, la procédure de précontrainte et l'ordre de mise en tension (post-tension) doivent être signés par un ingénieur. Le plan de montage doit être signé et scellé par un ingénieur.

15.7.4.2 Exigences de conception

À moins d'une indication contraire dans la présente section, la conception doit être conforme à la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers». Les contraintes permises de traction et de compression ne doivent pas excéder les valeurs prévues dans les plans et devis.

15.7.4.3 Transport et mise en place des poutres

À moins d'une indication contraire dans la présente section, la mise en place des poutres doit être conforme à la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers».

L'entrepreneur doit tenir compte de tous les efforts éventuels durant la fabrication, le transport, le montage et la mise en service des poutres.

À cet effet, les garnitures d'insertion montrées sur les plans pour les poutres de rive ne sont pas conçues pour stabiliser ces poutres et empêcher leur déversement pendant la coulée de la dalle. Les ouvrages provisoires doivent être conçus pour résister aux efforts horizontaux générés par les charges sur les coffrages de la dalle en porte-à-faux lors du bétonnage.

Lors du transport, les poutres doivent être appuyées uniquement à leurs extrémités. Chaque point d'appui doit être situé à une distance de l'extrémité de la poutre n'excédant pas une valeur équivalant à la hauteur de la poutre.

Après le transport des poutres et avant leur montage, l'entrepreneur doit nettoyer au jet d'eau sous pression (pression de 15 MPa, débit de 20 l/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton de 150 mm à 200 mm) toute surface des poutres souillée par la boue, par des sels de déglacage ou par tout autre contaminant.

Avant d'entreprendre la mise en place des poutres, l'emplacement et l'élévation des appareils

d'appui doivent être vérifiés par l'entrepreneur et les anomalies constatées doivent être corrigées. L'entrepreneur doit aviser le surveillant par écrit, au moins 24 heures à l'avance, en précisant la date et l'heure de la mise en place des poutres.

Selon les indications du plan de montage, la première poutre érigée doit être retenue latéralement; les autres poutres doivent être contreventées sans délai après leur mise en place. Les opérations de mise en place des poutres et des éléments de retenue temporaires ne doivent pas endommager la membrane de type système liquide polymérique aux extrémités des poutres.

Les diaphragmes permanents doivent être bétonnés et avoir une résistance minimale à la compression de 10 MPa avant de commencer le bétonnage de la dalle, sauf les diaphragmes aux piles, où il n'y a pas de joint de tablier, qui doivent être bétonnés en même temps que la dalle. Les poutres ne doivent pas être chargées avec d'autres charges que celles du pontage, des coffrages de la dalle, de l'armature, du béton des diaphragmes et des surcharges de construction usuelles (ouvriers, finisseuse et équipements légers) avant que cette résistance ne soit atteinte.

Les contreventements temporaires aux extrémités et en travée doivent être maintenus en place jusqu'à ce que le béton de la dalle ait atteint 70 % de la résistance à la compression exigée à 28 jours.

La résistance minimale atteinte par le béton des diaphragmes et de la dalle doit être vérifiée par des essais sur éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que l'ouvrage.

Tout autre ouvrage temporaire requis aux plans et devis doit être maintenu en place jusqu'à ce que le béton de la dalle ait atteint 70 % de f'_c , vérifiée par des essais sur éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que l'ouvrage.

À la fin de chaque quart de travail où des poutres ont été mises en place, et après inspection au chantier de ces poutres par un ingénieur, l'entrepreneur doit remettre au surveillant un avis écrit signé par cet ingénieur indiquant que les contreventements et les ouvrages temporaires sont installés conformément au plan de montage soumis. Cet avis doit aussi mentionner la date et l'heure de l'inspection.

Une fois les contreventements temporaires enlevés, l'entrepreneur doit combler les cavités laissées sur les poutres à l'aide d'un mortier cimentaire en sac. Le béton des surfaces à corriger doit avoir une température minimale de 5 °C avant la pose du mortier.

15 | Ouvrages d'art

15.7.5 MODE DE PAIEMENT

15.7.5.1 Béton précontraint en place

La précontrainte par post-tension du béton précontraint en place est payée à prix global. Le prix couvre notamment la fourniture des documents requis, la fourniture et la pose de tous les matériaux et accessoires de précontrainte (armature de précontrainte, gaines, capots d'injection, ancrages, déviateurs, armature de fretage, etc.), la mise en tension, l'injection du coulis, l'arasage, le cachetage, et il inclut toute dépense incidente. Le prix ne couvre pas le béton et l'armature passive autre que l'armature de fretage; ces derniers sont payés selon le mode prévu pour les ouvrages en béton.

Les travaux sont payés comme suit :

- 90 % après la mise en place des gaines et de la mise en tension de l'armature de précontrainte;
- 10 % après l'injection du coulis et le cachetage des ancrages.

Lorsque la précontrainte choisie par l'entrepreneur exige des modifications à l'armature passive prévue aux plans, les coûts de l'armature additionnelle et de sa mise en place doivent être inclus dans le prix de la précontrainte.

15.7.5.2 Poutres en béton précontraint préfabriquées

Les poutres en béton précontraint préfabriquées sont payées au mètre. Le prix couvre notamment la fourniture des documents requis, la fourniture des matériaux, la fabrication, la manutention, l'entreposage, le transport et la mise en place, et il inclut toute dépense incidente.

Le chargement des poutres est payé à l'unité de poutre. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

15.8 OUVRAGES EN ACIER ET EN ALUMINIUM

L'expression « ouvrages en acier et en aluminium » désigne tout type d'ouvrage réalisé en tout ou en partie avec de l'acier de construction ou de l'aluminium. Elle désigne aussi tout élément en acier, tels les pieux, les appareils d'appui, les joints de tablier, les dispositifs de retenue en acier, les drains, les drains d'interface, ainsi que les éléments en acier des murs de soutènement et des quais.

15.8.1 DOCUMENTS REQUIS

L'entrepreneur doit fournir au surveillant les plans d'atelier de l'ouvrage en acier ou en aluminium, les plans de montage ainsi que, pour les ouvrages autres que les structures d'équipement routier, les dessins et les calculs du procédé de montage, le certificat d'étalonnage de l'appareil servant à mesurer la tension des boulons et la procédure de boulonnage. À l'exception du certificat d'étalonnage, ces documents doivent être signés et scellés par un ingénieur. Les plans d'atelier doivent être fournis au moins 14 jours avant la réunion préalable à la fabrication. La procédure de boulonnage doit être fournie au moins 7 jours avant la réunion préalable au boulonnage. Dans le cas où cette réunion n'est pas exigée dans le devis, la procédure doit être fournie au moins 7 jours avant le début des travaux de boulonnage. Les plans de montage, les dessins et les calculs du procédé de montage doivent quant à eux être fournis 14 jours avant le début du montage au chantier.

Les plans d'atelier doivent notamment détailler les joints de chantier des poutres principales et situer leur emplacement, s'ils ne sont pas indiqués dans les plans. Une note de calcul ainsi que les détails des joints de chantier des poutres principales non prévus aux plans doivent être transmis au surveillant avant la préparation des plans d'atelier. La note de calcul doit être signée et les documents montrant les détails des joints doivent être signés et scellés par un ingénieur.

Le numéro de la feuille de données de la procédure de soudage et le type de contrôle non destructif des soudures doivent être indiqués dans les plans d'atelier et, dans le cas des soudures réalisées en chantier, dans les plans de montage.

Les plans d'atelier doivent indiquer clairement les éléments faisant partie des membrures à résistance critique à la rupture et des membrures principales tendues.

Les dessins et les calculs du procédé de montage, décrivant la méthode de mise en place des composants de l'ouvrage ainsi que la localisation et la capacité du matériel utilisé, doivent être conformes à la norme CSA S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers », à moins d'une indication contraire dans la présente section. Ces documents doivent inclure les contreventements et les ouvrages temporaires pour résister aux efforts pendant la construction et pour maintenir les composants de l'ouvrage d'aplomb et à leur place jusqu'à l'achèvement de l'ouvrage de façon à assurer la stabilité des poutres en minimisant tout déplacement latéral ou longitudinal des semelles

15 | Ouvrages d'art

inférieures et supérieures. L'entrepreneur doit réaliser une étude de stabilité et de résistance afin de s'assurer que les efforts temporaires attribuables au montage de l'ouvrage ou de toute partie d'un ouvrage et ceux produits pendant la coulée du béton de la dalle, y compris les efforts consécutifs au vent, n'occasionnent pas des contraintes supérieures aux contraintes permises ni des conditions d'instabilité de l'ouvrage, y compris les appareils d'appui. Les efforts à considérer sont tous ceux qui surviennent aux différentes étapes de construction conformément à la norme CSA S269.1 «Ouvrages provisoires et coffrages», y compris les efforts attribuables au vent établis en fonction d'une période de retour de 10 ans, d'un coefficient de rafale (C_g) de 2 et d'un coefficient de pression extérieure horizontale (C_p) de 2. Dans le cas d'un pont d'étagement, pour tenir compte des surcharges locales générées par la circulation sous le pont, les pressions de calcul du vent doivent être augmentées de 0,24 kPa perpendiculairement à l'ouvrage. Dans le cas de la modification ou de la réparation d'un ouvrage en acier, les dessins et les calculs du procédé de montage doivent décrire le procédé visant à assurer la stabilité de la structure lors du remplacement d'une poutre principale, d'une entretoise, d'une membrure ou des composants d'une poutre triangulée.

La procédure de boulonnage doit décrire la méthode utilisée au chantier pour la mise en place des boulons. Cette procédure doit inclure la description de l'équipement employé à chaque étape du serrage et, pour les joints de chantier des poutres principales, elle doit préciser la méthode d'ajustement des sections de poutres ainsi que la séquence de mise en place et de serrage des boulons. De plus, le certificat d'étalonnage de l'appareil servant à mesurer la tension des boulons doit aussi être joint à la procédure de boulonnage; ce certificat doit contenir l'information relative au modèle de l'appareil et au numéro de série, et doit dater de moins de 12 mois.

L'entrepreneur doit aussi fournir au surveillant, au moins 7 jours avant le début de la fabrication et des travaux de soudage réalisés au chantier, les documents relatifs à la fabrication et au soudage au chantier et, au moins 14 jours avant le transport des poutres, les documents relatifs au transport. Ces documents sont :

- l'échéancier de fabrication;
- la liste des personnes affectées à la fabrication et leur qualification, y compris les cartes de compétence du personnel effectuant les soudures : ingénieurs, inspecteurs en

soudage, superviseurs en soudage, soudeurs, pointeurs, opérateurs de machine à souder et responsables du contrôle de la qualité;

- le certificat de qualification de l'entreprise chargée des travaux de soudage;
- le certificat de qualification du laboratoire d'inspection en soudage chargé d'effectuer les examens non destructifs;
- les procédures de soudage approuvées par le Bureau canadien de soudage;
- les procédures de soudage pour les corrections et les réparations de défauts ainsi que les méthodes concernant la séquence de soudage, le contrôle de la distorsion, le préchauffage, le postchauffage, le chauffage entre les passes, la spécification des cordons, etc., lorsque les soudures sont effectuées dans des conditions où des efforts de contraction ou de distorsion peuvent diminuer la résistance ou déformer des membrures, doivent faire partie des procédures de soudage. Ces procédures et méthodes doivent être établies par l'entrepreneur selon les exigences des normes applicables et doivent être signées par un ingénieur. Ces documents doivent recevoir l'approbation du surveillant;
- la documentation relative aux paramètres recommandés pour le soudage des goujons, tel que cela est décrit à l'article 6.5.1 de la norme CSA W59 «Constructions soudées en acier»;
- les résultats concernant les exigences thermiques et énergétiques (essai de résilience Charpy) pour les éléments faisant partie des membrures à résistance critique à la rupture et des membrures principales tendues;
- la liste des ouvrages en acier conçus selon la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers» que le fabricant de l'ouvrage a réalisés récemment;
- la liste des travaux que le fabricant de l'ouvrage a réalisés récemment en utilisant le procédé de soudage à l'arc submergé (procédé SAW) pour les soudures d'angle à la jonction semelle-âme des poutres principales;
- les documents relatifs au système de support des poutres à âme pleine lorsque ces dernières ne peuvent pas être transportées en position verticale. L'entrepreneur doit remettre au surveillant pour information les documents relatifs au système de support qui détaillent les points d'appui de chaque poutre. Ces documents, qui doivent être signés et scellés par un

15 | Ouvrages d'art

ingénieur, consistent dans une note de calcul et un plan du système de support. La note de calcul doit présenter les résultats d'une analyse de stabilité et de résistance afin de s'assurer que les efforts appliqués à la poutre durant le transport, attribuables au poids propre combiné à un coefficient de majoration dynamique de 100 %, n'occasionnent pas de contraintes supérieures aux contraintes permises ni des conditions d'instabilité. De plus, les contraintes ne doivent pas excéder la limite des écarts des contraintes à amplitude constante (F_{st}) associée à la catégorie de détail de fatigue qui gouverne la conception de la poutre. La longueur maximale du porte-à-faux ne doit pas excéder 12 fois la largeur de la plus petite semelle de la poutre.

Une fois la fabrication terminée, l'entrepreneur doit fournir les plans d'atelier dans lesquels sont inscrits le numéro de coulée et les résultats des essais de résilience Charpy de chacune des pièces entrant dans la fabrication des poutres principales, des membrures principales tendues et des autres membrures à résistance critique à la rupture. Pour les membrures à résistance critique à la rupture, le numéro de la plaque figurant à l'attestation de conformité de chacune des pièces doit aussi être inscrit.

15.8.2 EXIGENCES DE CONCEPTION

À moins d'une indication contraire dans la présente section, la conception doit être conforme à la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers».

Les raidisseurs aux appuis des poutres doivent être placés de manière à être en position verticale à la fin des travaux, sous les charges permanentes.

La conception des soudures doit satisfaire aux exigences suivantes :

- les soudures bout à bout dans une semelle en traction et dans l'âme des poutres assemblées ne doivent pas être situées aux endroits où les contraintes sont maximales;
- une distance minimale de 150 mm est requise entre un raidisseur transversal et une soudure bout à bout dans une semelle ou dans l'âme;
- une distance minimale de 25 mm est requise entre un goujon et une soudure bout à bout dans une semelle;
- une distance minimale de 125 mm est requise entre le bord d'un trou de boulon et une soudure bout à bout dans une semelle ou dans l'âme;

- une soudure bout à bout dans une semelle pour les poutres assemblées ne doit pas être située à moins de 300 mm d'une soudure bout à bout dans l'âme. Par contre, dans le cas d'un pont acier-bois, les joints entre les sections de profilés laminés doivent être réalisés au même endroit dans les semelles et dans l'âme;
- pour les poutres et pour les sections de poutres d'une longueur inférieure à 20 m, les plaques des semelles et de l'âme doivent être d'une seule longueur, sans joints. Lorsque cette longueur est supérieure à 20 m, une seule soudure bout à bout dans les semelles et dans l'âme est permise, sauf celles qui sont requises par un changement d'épaisseur des semelles. Par contre, dans le cas d'un pont acier-bois, les profilés soudés d'une longueur inférieure à 24 m et les profilés laminés doivent être d'une seule longueur, sans joints;
- l'âme d'une poutre, y compris sa cambrure, qui peut être fabriquée à partir de plaques d'une largeur égale ou inférieure à 3775 mm, doit être sans joints longitudinaux;
- les soudures bout à bout et les soudures longitudinales sur une pièce en aluminium sont interdites;
- les assemblages soudés des structures d'équipement routier, entre un poteau et une semelle d'ancrage, doivent être réalisés en emboîtant le poteau dans la semelle d'ancrage et en effectuant 2 soudures d'angle périphériques. Dans le cas des assemblages en aluminium, un repoussage des parois du poteau doit être effectué contre le bord de la semelle d'ancrage. L'écart permis entre le poteau et le bord intérieur de la semelle d'ancrage est de 0,5 mm sur tout le pourtour. Comme autre possibilité, ces assemblages peuvent être réalisés par des soudures périphériques à pénétration complète avec une soudure d'angle comme surépaisseur de soudure sur préparation.

La conception des joints de chantier des poutres principales doit satisfaire aux exigences suivantes :

- les joints de chantier des poutres principales non prévus dans les plans ne sont pas permis pour des ponts à travées simples dont la portée est inférieure à 36 m;
- les joints ne doivent pas être situés aux endroits où les contraintes sont maximales. Si le tableau des efforts n'est pas spécifié dans les plans, le surveillant remet à l'entrepreneur les valeurs des efforts à l'emplacement du joint;



15 | Ouvrages d'art

- les joints doivent être conçus comme des assemblages antiglislements conformément à la norme CSA S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers »;
- l'acier des plaques de joint doit être de même limite élastique, de même nuance et de même résilience que l'acier des poutres;
- l'acier des fourrures ayant une épaisseur inférieure à 10 mm doit être de grade ASTM A588/A588M « Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Structural Steel, up to 50ksi [345MPa] Minimum Yield Point, with Atmospheric Corrosion Resistance » ou ASTM A606/A606M « Standard Specification for Steel, Sheet and Strip, High-Strength, Low-Alloy, Hot-Rolled and Cold-Rolled, with Improved Atmospheric Corrosion Resistance » de type 4;
- le joint dans l'âme doit en plus être conforme à ce qui suit :
 - ♦ les plaques de joint doivent couvrir la hauteur totale de l'âme. Il doit y avoir au moins deux rangées de boulons de chaque côté du joint,
 - ♦ en plus du cisaillement, il faut tenir compte dans le calcul de l'assemblage de la part du moment prise par l'âme,
 - ♦ l'effort tranchant doit être réparti uniformément sur tous les boulons,
 - ♦ aux états limites ultimes, selon la distance entre les deux boulons extrêmes d'une file verticale, un facteur de réduction doit être appliqué à la résistance au cisaillement des boulons,
 - ♦ le centre de rotation de l'assemblage doit être le même que le centre de gravité des boulons,
 - ♦ l'assemblage étant excentrique en cisaillement, le moment causé par l'excentricité de l'effort tranchant doit être considéré en plus de la part du moment prise par l'âme,
 - ♦ l'effort de cisaillement sur chaque boulon doit être obtenu par addition vectorielle des forces causées par l'effort tranchant, par le moment provenant de l'effort tranchant et par la part du moment prise par l'âme.

Lorsque des ouvrages temporaires servant à la manipulation des poutres ou autres éléments doivent y être fixés, ceux-ci doivent être boulonnés sans toutefois réduire la capacité des éléments. Ces ouvrages temporaires doivent figurer dans les plans de montage.

À l'exception des structures de signalisation aérienne à section caisson en aluminium, les structures en aluminium doivent être composées de pièces sans soudures longitudinales.

15.8.3 MATÉRIAUX

L'acier de construction doit être conforme aux normes 6101 et 6301 du Ministère.

Pour la fabrication, la modification ou la réparation de tout type d'ouvrage en acier, lorsque ces caractéristiques ne sont pas spécifiées aux plans et devis, l'acier des nouveaux éléments doit être conforme à la norme CSA G40.21 « Acier de construction », nuance minimale 300W. Les boulons doivent être de grade A325 conformes à la norme ASTM F3125/F3125M « Standard Specification for High Strength Structural Bolts and Assemblies, Steel and Alloy Steel, Heat Treated, Inch Dimensions 120ksi and 150ksi Minimum Tensile Strength, and Metric Dimensions 830MPa and 1040MPa Minimum Tensile Strength », type 1. Les rondelles doivent être biseautées au besoin.

L'aluminium doit être conforme à la norme 6401 du Ministère. Le fini des surfaces doit être uniforme et d'un poli brillant de type « 80 grit ».

Les assemblages antiglislements dans la structure en aluminium doivent être réalisés à l'aide de boulons de grade A325 galvanisés et conformes à la norme ASTM F3125/F3125M « Standard Specification for High Strength Structural Bolts and Assemblies, Steel and Alloy Steel, Heat Treated, Inch Dimensions 120ksi and 150ksi Minimum Tensile Strength, and Metric Dimensions 830MPa and 1040MPa Minimum Tensile Strength ».

Les boulons, les tiges d'ancrage, les écrous et les rondelles en acier doivent être conformes à la norme 6201 du Ministère. Les boulons, les rondelles et les écrous doivent posséder les mêmes caractéristiques anticorrosives que le matériel à assembler. Si la structure est métallisée, l'entrepreneur doit utiliser des boulons galvanisés.

Les goujons de cisaillement doivent être conformes à la norme CSA S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers ».

Les goujons filetés utilisés pour les systèmes de sécurité doivent avoir des propriétés mécaniques semblables aux goujons de type B selon l'annexe H de la norme CSA W59 « Constructions soudées en acier ».

15 | Ouvrages d'art

15.8.4 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

15.8.4.1 Acier de construction

15.8.4.1.1 *Certification de l'entreprise et qualification du personnel effectuant les soudures*

Les travaux de soudage doivent être exécutés par des entreprises certifiées par le Bureau canadien de soudage selon les exigences de la norme CSA W47.1 «Certification des compagnies de soudage par fusion de l'acier». Les divisions 1 ou 2 sont exigées pour les ouvrages en acier. Cependant, la division 3 est suffisante pour les drains, les drains d'interface ainsi que pour les soudures d'étanchéité des joints d'assemblage boulonnés des joints de tablier.

Les travaux de soudage par résistance électrique effectués pour la fabrication des pieux tubulaires en acier dont la paroi participe à la résistance structurale devront être exécutés par des entreprises certifiées par le Bureau canadien de soudage, division 1 ou 2, selon les exigences de la norme CSA W55.3 «Certification des compagnies de soudage par résistance de l'acier et de l'aluminium».

Le certificat de qualification doit être obtenu avant le début des travaux de soudage, et la certification doit être maintenue pendant toute la durée de ces travaux.

Les soudeurs, les pointeurs et les opérateurs de machine à souder doivent détenir des cartes de compétence adéquates selon les soudures à exécuter. Ces cartes de compétence sont délivrées par le Bureau canadien de soudage selon les exigences de la norme CSA W47.1 «Certification des compagnies de soudage par fusion de l'acier».

15.8.4.1.2 *Attestation de conformité*

Pour chaque livraison d'acier chez le fabricant, l'entrepreneur doit fournir au surveillant, au minimum 7 jours avant le début des travaux de découpe de ces aciers, une attestation de conformité délivrée par l'aciérie contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom de l'aciérie;
- la date et le lieu de fabrication;
- les dimensions nominales;
- la nuance;
- les exigences thermiques et énergétiques (essai de résilience Charpy);
- le numéro de coulée;
- les résultats des analyses et essais;
- le numéro du lot de production.

Un lot de production est constitué de pièces d'acier de construction de même nuance, de même résilience, de mêmes dimensions et provenant de la même coulée.

Lorsque l'acier provient d'une aciérie de l'extérieur du Canada et des États-Unis, l'ensemble des informations précédentes doit être revalidé pour chaque lot. L'entrepreneur doit mandater un laboratoire situé au Canada, certifié ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité» ou ISO/IEC 17025 «Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais» pour effectuer tous les essais requis pour confirmer que chaque lot respecte les exigences de la norme 6101 du Ministère. Au minimum, un échantillon doit être prélevé de manière aléatoire pour chaque lot en présence d'un représentant du laboratoire. Pour les membrures à résistance critique à la rupture, un échantillon de chaque pièce produite à l'aciérie est requis. Le rapport du laboratoire doit être signé par un représentant autorisé et remis au surveillant avant la découpe des pièces.

Sauf dans le cas de plaques de 10 mm d'épaisseur et moins utilisées pour des fourrures, la reclassification de l'acier à partir des résultats d'une revalidation est interdite.

Si l'acier utilisé pour la fabrication de pieux tubulaires provient d'acier en feuille (bobine), les caractéristiques physiques de cet acier (limite élastique, limite à la rupture et allongement) doivent être évaluées pour chaque lot. Pour ce faire, l'entrepreneur doit mandater un laboratoire situé au Canada, certifié ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité» ou ISO/IEC 17025 «Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essais». Au minimum, un échantillon doit être prélevé de manière aléatoire pour chaque lot en présence d'un représentant du laboratoire. Le rapport du laboratoire doit être signé par un représentant autorisé et remis au surveillant avant la découpe des pièces.

15.8.4.1.3 *Contrôle de réception*

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, les échantillons prélevés ont au moins 200 mm sur 75 mm; la dimension de 200 mm doit se situer dans le sens du laminage.

15.8.4.2 Aluminium

15.8.4.2.1 *Certification de l'entreprise et qualification du personnel effectuant les soudures*

Les travaux de soudage doivent être exécutés par des compagnies approuvées par le Bureau canadien de soudage selon les exigences de la

15 | Ouvrages d'art

norme CSA W47.2 « Certification des compagnies de soudage par fusion de l'aluminium », division 1 ou 2.

L'ingénieur responsable de la conception du soudage, des procédures et de l'exécution des travaux de soudage doit être présent à l'usine, sur demande.

Le certificat de qualification doit être obtenu avant le début de la fabrication, et la certification doit être maintenue pendant toute la durée de fabrication.

Les soudeurs doivent détenir des cartes de compétence adéquates selon la position de soudage, le type d'électrodes utilisées et le procédé de soudage employé. Ces cartes de compétence sont délivrées par le Bureau canadien de soudage selon les exigences de la norme CSA W47.2 « Certification des compagnies de soudage par fusion de l'aluminium ».

15.8.4.2.2 Attestation de conformité

Pour chaque livraison d'aluminium chez le fabricant, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité délivrée par l'aluminerie contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom du fabricant;
- la date et le lieu de fabrication;
- le type d'alliage et son état;
- la charte de traitement thermique;
- les dimensions nominales;
- le numéro de coulée;
- les résultats des analyses et essais;
- le numéro du lot de production.

Un lot de production est constitué de pièces d'aluminium de même coulée ayant subi la même transformation.

Lorsque l'aluminium provient d'une aluminerie de l'extérieur du Canada et des États-Unis, l'ensemble des informations précédentes doit être revalidé pour chaque lot. L'entrepreneur doit mandater un laboratoire situé au Canada, certifié ISO 9001 « Systèmes de management de la qualité » ou ISO/IEC 17025 « Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais » pour effectuer tous les essais requis pour confirmer que chaque lot respecte les exigences de la norme 6401 du Ministère. Au minimum, un échantillon doit être prélevé de manière aléatoire pour chaque lot en présence d'un représentant du laboratoire. Le rapport du laboratoire doit être signé par un représentant autorisé et remis au surveillant avant la découpe des pièces.

La reclassification de l'aluminium à partir des résultats d'une revalidation est interdite.

15.8.4.2.3 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, les échantillons prélevés ont au moins 200 mm sur 75 mm; la dimension de 200 mm doit se situer dans le sens du laminage.

La dimension des pièces doit être suffisante pour permettre le prélèvement d'échantillons.

15.8.4.3 Boulons, tiges d'ancrage, écrous et rondelles en acier

15.8.4.3.1 Attestation de conformité

Pour chaque livraison de boulons, de tiges d'ancrage, d'écrous et de rondelles en acier, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité délivrée par le fabricant contenant l'information suivante pour chaque lot de production de chacune des pièces :

- le nom du fabricant;
- la date de fabrication;
- l'identification du marquage;
- les dimensions nominales;
- la nuance d'acier ou la désignation ASTM;
- le type, l'alliage ou le grade;
- le numéro de coulée;
- la conformité à l'essai de capacité de rotation (boulon galvanisé seulement);
- le rapport de résultats des analyses chimiques et des essais mécaniques émis par le fabricant;
- l'information sur le revêtement;
- le numéro du lot de production. Pour les boulons assemblés, le numéro de lot de chacune des pièces (boulons, écrous et rondelles) doit aussi être fourni.

Un lot de production est constitué de pièces (boulons, tiges d'ancrage, écrous et rondelles en acier) de même coulée d'acier, de même dimensions et provenant de la même séquence d'opération.

Dans le cas où un lot de production de boulons, de tiges d'ancrage, d'écrous ou de rondelles provient d'un fabricant de l'extérieur du Canada ou des États-Unis, l'entrepreneur doit mandater un laboratoire situé au Canada, certifié ISO 9001 « Systèmes de management de la qualité » ou ISO/IEC 17025 « Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais » pour valider les informations inscrites à l'attestation de conformité et effectuer tous les essais requis pour confirmer que chaque lot de boulons et de tiges

15 | Ouvrages d'art

d'ancrage respecte les exigences de la norme 6201 du Ministère. Au minimum, 3 échantillons doivent être prélevés de manière aléatoire pour chaque lot en présence d'un représentant du laboratoire. Le rapport de conformité émis par ce laboratoire doit être fourni en même temps que l'attestation de conformité pour chaque lot de production.

15.8.4.3.2 Contrôle de réception

Un contrôle de réception doit être fait pour les boulons soumis à un serrage par rotation de l'écrou. Pour chaque lot de production de boulons assemblés (même désignation ASTM, même type, mêmes dimensions, même caractéristique anticorrosive et même coulée d'acier pour chacun des composants), l'entrepreneur doit vérifier en présence du surveillant la tension minimale exigée sur au moins 3 boulons assemblés (boulon, écrou et rondelle) selon les conditions de pose prévues dans la procédure de boulonnage soumise. Ces vérifications sont faites dans un appareil d'étalonnage pouvant mesurer la tension des boulons et réalisées avant le début de la mise en place des boulons représentés par le lot.

Lors du contrôle de réception des boulons, l'entrepreneur doit utiliser, dans l'appareil servant à mesurer la tension des boulons, des fourrures en acier suffisamment rigides pour ne pas se déformer lors du serrage. Ces fourrures doivent être les plus épaisses possible de manière à en réduire le nombre au minimum. De plus, elles doivent être parfaitement en contact entre elles et être choisies de façon à ce que l'extrémité du boulon excède l'écrou d'environ 3 mm. L'utilisation de rondelles de boulons assemblés, au lieu des fourrures, n'est pas permise.

15.8.4.4 Goujons

Pour chaque livraison de goujons et au moins 7 jours avant leur utilisation, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité démontrant que les goujons respectent les exigences de la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers» et qu'ils figurent sur la liste des bases de goujons qualifiées par le Bureau canadien de soudage.

15.8.5 FABRICATION

À moins d'une indication contraire dans la présente section, la fabrication doit être conforme à la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers».

Dans le cas des poutres pour lesquelles aucune cambrure n'est spécifiée dans les plans,

l'entrepreneur doit s'assurer que la cambrure résultant des tolérances permises de fabrication est atténuée par les charges permanentes.

Les tolérances concernant la planéité des âmes des poutres doivent être déterminées en considérant que les âmes sont non raidies, à moins d'une indication contraire aux plans et devis. Elles doivent correspondre aux tolérances du chapitre 12 et du tableau J.3 de la norme CSA W59 «Constructions soudées en acier».

Toutefois, près des joints de chantier boulonnés ou soudés, la tolérance additionnelle de planéité des âmes des poutres de l'article 12.5.3.2 de la norme CSA W59 «Constructions soudées en acier» ne s'applique pas. De plus, les tolérances de l'article 12.5.3.1 de cette norme doivent être appliquées sur l'écart entre les deux âmes à un même joint en tout point.

Les poutres assemblées à âme pleine ne doivent pas être cambrées ni cintrées à chaud.

Les poutres, les contreventements, les dia-phragmes et les plaques des joints d'assemblage doivent être identifiés de façon à les repérer facilement lors du montage de l'ouvrage en chantier.

Avant le départ des pièces de l'usine, les surfaces d'acier de l'ouvrage fabriqué en acier de type A ou AT qui n'ont pas été recouvertes d'un procédé de protection anticorrosion doivent être nettoyées selon les exigences de la norme SSPC-SP 6-NACE N°3 «Commercial Blast Cleaning». Le nettoyage des côtés extérieurs des poutres de rive doit être effectué après l'assemblage des poutres et avant l'inspection du surveillant.

15.8.5.1 Réunion préalable

Une réunion préalable à la fabrication des poutres assemblées, ou à la fabrication des éléments considérés comme des membrures principales tendues ou des membrures à résistance critique à la rupture, regroupant les représentants de l'entrepreneur, du fabricant et du Ministère, doit être tenue dans les locaux de l'usine du fabricant entre 7 et 30 jours avant le début de la fabrication. Dans le cas où le fabricant confie une partie ou la totalité de la fabrication à un ou plusieurs sous-traitants ou usines affiliées, une réunion préalable doit avoir lieu à l'usine de chacun de ses sous-traitants ou usines affiliées entre 7 et 30 jours avant le début de la fabrication.

Cette réunion regroupe les mêmes personnes et les représentants du sous-traitant ou usines affiliées. Si le sous-traitant en revêtement (galvanisé, métallisé ou peinturé) ne peut pas être présent



15 | Ouvrages d'art

à la réunion préalable, l'entrepreneur doit fournir au surveillant le nom et l'adresse de ce sous-traitant au moins 7 jours avant l'envoi des pièces chez celui-ci. L'ordre du jour doit comporter une visite de l'usine et la remise des documents requis. La réunion avec le fabricant n'a lieu qu'une fois les plans d'atelier visés par le Ministère et, lorsque c'est le cas, après la remise au surveillant de la liste des sous-traitants du fabricant. Si la fabrication n'a pas débuté dans les 30 jours suivant la réunion préalable, une nouvelle réunion doit être tenue.

15.8.5.2 Découpage

15.8.5.2.1 Acier de construction

En usine, le découpage au chalumeau, au laser ou au plasma doit être réalisé à l'aide de guides mécaniques. Les travaux doivent se faire de manière continue, sans arrêt-départ, de façon à obtenir une surface de coupe régulière, tout en respectant les spécifications et limites d'utilisation de la méthode.

Au chantier, la coupe au chalumeau des extrémités de pieux, pour la préparation des assemblages bout à bout, est permise dans la mesure où la méthode utilisée est compatible avec la procédure de soudage pertinente.

Toute méthode de découpage au chantier doit être approuvée par le surveillant.

Les bavures et les déformations doivent être enlevées par meulage. Dans le cas des pièces à peindre ou à métalliser, les arêtes vives doivent aussi être arrondies selon un rayon d'au moins 1,5 mm. Les bords oxycoupés des pièces à peindre ou à métalliser doivent être meulés ou traités de façon à diminuer la dureté de la surface durcie par la chaleur de la coupe afin d'obtenir une adhérence de revêtement conforme.

Lorsqu'un marquage du numéro de coulée est effectué à l'aide de poinçons sur des membrures principales tendues ou des membrures à résistance critique à la rupture, des poinçons à faible contrainte ou à pointe arrondie doivent être utilisés.

Le marquage au plasma est interdit.

15.8.5.2.2 Aluminium

Le découpage par cisaillement n'est permis que sur les plaques d'une épaisseur de 12 mm et moins.

Le découpage au chalumeau est interdit.

Au moins 1 mm de matériau doit être enlevé par meulage sur tout le bord des pièces découpées à l'arc, sauf si ce bord doit être soudé.

Lorsqu'une ouverture d'accès est découpée et emboutie, au moins 1,5 mm de matériau doit être enlevé par meulage sur tout le bord embouti.

Dans tous les cas, la préparation des bords doit être faite selon les exigences de la norme CSA W59.2 « Construction soudée en aluminium ». Les arêtes aiguës doivent être arrondies et les surfaces, enduites de cire de silicone.

15.8.5.3 Perçage

Le perçage au chalumeau est interdit.

Les trous poinçonnés au diamètre final ne sont permis que pour les plaques de 16 mm et moins d'épaisseur lorsque l'acier a une limite d'élasticité égale ou inférieure à 350 MPa. Par contre, pour les joints de chantier des poutres principales, les trous des poutres et des plaques doivent être faits par perçage à la mèche; dans le cas des assemblages réalisés sur le chantier, les trous sont percés à la mèche au diamètre final à l'aide d'un gabarit métallique.

Toutes les bavures et autres déformations sur le pourtour des trous d'un assemblage boulonné supérieures à 1,5 mm doivent être enlevées ou réduites à cette valeur, afin de permettre le contact ferme entre les pièces à assembler; les parties déjà assemblées doivent être démontées pour permettre ces travaux. Toutes les bavures et autres déformations sur le pourtour des trous qui ne font pas partie d'un assemblage boulonné doivent être enlevées.

Tous les trous doivent être percés avec précision perpendiculairement à la surface.

Le perçage au plasma ou au laser réalisé en usine est permis pour les dispositifs de retenue. Ce perçage doit se faire de manière continue, sans arrêt-départ, de façon à obtenir une surface de coupe régulière, tout en respectant les spécifications et les limites d'utilisation de la méthode.

Dans le cas de l'aluminium, la tolérance pour la distance d'un trou jusqu'au bord libre d'une pièce est de 0 à + 2 mm.

15.8.5.4 Soudures

Pour les ouvrages en acier, les soudures doivent être conformes à la norme CSA W59 « Constructions soudées en acier ».

Pour les ouvrages en aluminium, les soudures doivent être conformes à la norme CSA W59.2 « Construction soudée en aluminium ». Toutefois, aucun cratère de soudage n'est permis sur ces ouvrages.

15 | Ouvrages d'art

À moins d'une indication contraire dans la présente sous-section, les éléments suivants doivent être évalués selon les critères dynamiques (ou cycliques) de la norme CSA W59 ou W59.2 :

- poutres et contreventements;
- membrures à la résistance critique à la rupture;
- membrures principales tendues.

Le soudage à l'arc des goujons et des goujons filetés doit comprendre un dispositif automatique; la soudure d'angle manuelle est prohibée.

Les électrodes doivent être à enrobage basique ou désignées à hydrogène contrôlé (HC).

Les dimensions des côtés d'une soudure d'angle figurant dans les plans et devis ne doivent pas être réduites sous prétexte que le fabricant utilise un procédé de soudage à l'arc submergé (procédé SAW).

Les soudures doivent être réalisées avant la galvanisation ou la métallisation.

Lorsqu'un support envers en acier est utilisé pour la réalisation de soudures à pénétration complète, il doit être constitué de la même nuance d'acier que l'acier de base de l'élément de structure. À l'exception des supports envers pour les structures d'équipements routiers, pour lesquels l'épaisseur maximale est de 6,4 mm, l'épaisseur minimale du support envers doit respecter les exigences du tableau suivant :

Procédé de soudage	Épaisseur minimale (mm)
SMAW ⁽¹⁾	5
GMAW ⁽²⁾	6
FCAW-S ⁽³⁾	6
FCAW-G ⁽⁴⁾	10
SAW ⁽⁵⁾	10

1. Soudage à l'arc avec électrode enrobée.
2. Soudage à l'arc avec fil plein.
3. Soudage à l'arc avec fil fourré sans gaz de protection.
4. Soudage à l'arc avec fil fourré avec protection gazeuse.
5. Soudage à l'arc submergé.

Le support envers doit être continu sur toute la longueur du joint. La soudure bout à bout du support envers doit être à pénétration complète et être inspectée par radiographie ou par ultrasons avant que ce support envers soit lui-même soudé à l'élément de structure.

Les soudures au chantier doivent être réalisées selon le procédé de soudage à l'arc avec électrode enrobée (procédé SMAW). Le procédé de soudage

au fil fourré (procédé FCAW ou MCAW) est autorisé, mais un abri est requis. Le procédé de soudage à l'arc sous gaz avec fil plein (procédé GMAW), en usine ou au chantier, est interdit pour le soudage de l'acier. Pour le soudage de l'aluminium, le procédé GMAW est autorisé.

Les plaques à souder doivent être préchauffées immédiatement avant les travaux de soudage de façon à éliminer l'humidité.

Avant la réalisation des soudures de pointage requises pour la fabrication des poutres assemblées principales considérées comme des membrures principales tendues ou des membrures à résistance critique à la rupture ainsi que des éléments structuraux principaux considérés comme des membrures principales tendues ou des membrures à résistance critique à la rupture, les températures minimales de préchauffage prescrites aux tableaux 12.4 à 12.7 de la norme AASHTO/AWS D1.5M/D1.5 « Bridge Welding Code » doivent être appliquées sur la zone à souder dans toutes les directions sur une distance d'au moins 75 mm de la soudure.

Toutefois, le fabricant peut se prévaloir de l'article 5.4.7.1 de la norme CSA W59 « Constructions soudées en acier » s'il peut démontrer à la satisfaction du Ministère que les soudures de pointage réalisées en une seule passe sont totalement refondues et incorporées à la soudure finale au procédé de soudage à l'arc submergé (procédé SAW). Un rapport macrographique doit être remis au Ministère pour chaque dimension de cordon inscrite à la procédure de soudage assujettie. Les échantillons doivent être fabriqués en présence d'un représentant du Ministère et les macrographies doivent être réalisées par un laboratoire certifié. Si les résultats sont concluants, le Ministère délivrera une autorisation valide pour la procédure de soudage assujettie. La référence à l'article 5.4.7.1 de la norme CSA W59 « Constructions soudées en acier » doit être inscrite à la feuille de données de la procédure de soudage.

Avant la réalisation des soudures finales sur les poutres assemblées principales considérées comme des membrures principales tendues ou des membrures à résistance critique à la rupture ainsi que sur les éléments structuraux principaux considérés comme des membrures principales tendues ou des membrures à résistance critique à la rupture, les températures de préchauffage doivent satisfaire aux exigences des tableaux 12.4 à 12.7 de la norme AASHTO/AWS D1.5 « Bridge Welding Code » sur les surfaces à souder.

Les feuilles de données de la procédure de soudage doivent indiquer la température de préchauffage selon l'épaisseur du métal de base

15 | Ouvrages d'art

et doivent mentionner que cette température doit s'appliquer, selon le cas, aux poutres assemblées principales et aux éléments structuraux principaux considérés comme des membrures à résistance critique à la rupture.

Une fois les soudures terminées, les surfaces d'acier attenantes doivent être brossées afin d'enlever toutes les éclaboussures et les projections de soudage qui n'ont pas adhéré fermement au métal.

À l'exception des soudures des goujons filetés utilisés pour les systèmes de sécurité, aucune soudure permanente ou temporaire n'est permise sur une pièce métallique de l'ouvrage si cette soudure n'est pas indiquée aux plans et devis. Les goujons filetés doivent être montrés sur les dessins d'atelier et ne doivent pas excéder la longueur des goujons.

15.8.5.4.1 Assemblage des poutres

Toutes les soudures bout à bout dans les âmes et les semelles servant à la fabrication des poutres assemblées doivent être terminées avant de procéder à l'assemblage de la semelle à l'âme.

Les soudures d'angle à la jonction semelle-âme des poutres principales doivent être réalisées par soudage à l'arc submergé (procédé SAW) et elles doivent être réalisées sans arrêt-départ pour chacune des sections qui composent les poutres principales. Un appendice d'au moins 150 mm est exigé afin d'amorcer et de terminer la soudure d'angle.

15.8.5.4.2 Contrôle des soudures

Le contrôle des soudures doit être effectué avant la galvanisation, la métallisation ou la peinture.

Des essais destructifs peuvent être exigés pour connaître les limites en traction des assemblages soudés.

a) Inspection visuelle

Toutes les soudures réalisées en usine ou en chantier doivent être inspectées visuellement. Les inspections visuelles des soudures sont réalisées de la façon suivante :

- l'inspection visuelle est faite à 100 % (avant, pendant et après soudage) selon les exigences de la norme CSA W59 «Constructions soudées en acier» par un inspecteur en soudage certifié de niveau 2 selon les exigences de la norme CSA W178.2 «Qualification des inspecteurs en soudage»;
- pour la fabrication des pieux en acier, des dispositifs de retenue en acier, des joints de tablier et des appareils d'appui, l'inspection visuelle est faite à 100 % après soudage,

selon les exigences de la norme CSA W59 «Constructions soudées en acier» par un inspecteur en soudage certifié de niveau 2 selon les exigences de la norme CSA W178.2 «Qualification des inspecteurs en soudage»;

- pour les drains, les drains d'interface et les soudures d'étanchéité des joints d'assemblage boulonnés des joints de tablier, l'inspection visuelle est réalisée à 100 % après soudage. L'inspecteur en soudage peut être remplacé par un superviseur en soudage certifié selon les exigences de la norme CSA W47.1 «Certification des compagnies de soudage par fusion de l'acier»;
- l'inspection visuelle est faite à 100 % (avant, pendant et après soudage) selon les exigences de la norme CSA W59.2 «Construction soudée en aluminium» par un inspecteur en soudage certifié de niveau 2 selon les exigences de la norme CSA W178.2 «Qualification des inspecteurs en soudage»;
- toutes les soudures de pointage sont inspectées visuellement;
- tout coup d'arc ou toute soudure fissurée détectée visuellement, y compris les soudures de pointage, doit être validée par magnétoscopie, réparée et inspectée à nouveau par magnétoscopie.

b) Essais non destructifs

Les essais non destructifs des soudures doivent être exécutés par un inspecteur en soudage certifié de niveau 2 selon les exigences de la norme CAN/CGSB 48.9712 «Essais non destructifs – Qualification et certification du personnel END (ISO 9712)» à l'emploi d'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».

Le surveillant doit être avisé au moins 24 heures avant le début des essais non destructifs. Ces essais doivent faire l'objet d'un rapport d'inspection écrit et documenté, rédigé par l'inspecteur qui les a exécutés et interprétés. Les radiographies doivent être disponibles pour consultation à la demande du surveillant. Dans le cas des soudures réalisées au chantier, un avis verbal de l'inspecteur en soudage doit être donné sur-le-champ au surveillant afin d'attester que celles-ci sont conformes aux exigences. Un rapport doit être remis par la suite au surveillant dans un délai de 7 jours suivant la réalisation des essais non destructifs. Dans le cas des essais relatifs à la fabrication des pieux

15 | Ouvrages d'art

en acier, le rapport d'inspection doit être transmis au surveillant au moins 7 jours avant le début du fonçage des pieux.

Lorsque l'assemblage de pièces de structures d'équipement routier est réalisé en tout ou en partie dans une usine autre que celle du fabricant, les essais non destructifs des soudures doivent être effectués à l'usine du fabricant de ces structures. Les radiographies ainsi que le rapport des essais non destructifs de ces soudures doivent être ajoutés au rapport d'inspection décrit précédemment.

Dans un contrôle partiel de soudure, la vérification porte d'abord sur les bouts de la soudure et sur les points critiques, tel un changement de géométrie et de matériau. La longueur minimale à contrôler doit être de 100 mm par joint soudé ou la longueur de la soudure.

Lorsqu'un contrôle partiel révèle une défectuosité à réparer, la longueur de la soudure est vérifiée à 100 %. La partie réparée de la soudure est vérifiée de nouveau à 100 % en utilisant le procédé de contrôle de la soudure originale.

Les essais non destructifs des soudures sont réalisés pour chacun des cas de la façon suivante :

- **Poutres principales, diaphragmes, contreventements et poutres de levage**
 - ♦ Une soudure bout à bout dans une semelle est radiographiée à 100 %.
 - ♦ Une soudure bout à bout, transversale ou longitudinale, dans l'âme est radiographiée à 100 %.
 - ♦ Une soudure d'angle entre l'âme et la semelle de chaque section de membrure est vérifiée par magnétoscopie sur une distance égale à 25 % de la longueur des cordons de soudure; l'examen doit porter sur les extrémités de la soudure.
 - ♦ Une soudure d'angle entre les raidisseurs d'appui et l'âme et les semelles d'une membrure, y inclus les raidisseurs aux points de levage, est vérifiée à 100 % par magnétoscopie.
 - ♦ Une soudure sur préparation à pénétration complète entre les raidisseurs d'appui et les semelles d'une membrure est vérifiée à 100 % par magnétoscopie et à 100 % par ultrasons.
 - ♦ Une soudure d'angle entre les raidisseurs transversaux et l'âme d'une membrure est vérifiée à 50 % par magnétoscopie; l'examen doit porter sur les extrémités de la soudure.

- ♦ Une soudure d'angle entre les raidisseurs transversaux et la semelle d'une membrure est vérifiée à 100 % par magnétoscopie.
- ♦ Toutes les soudures sur les éléments de contreventement sont vérifiées à 25 % par magnétoscopie; l'examen doit porter sur les extrémités de la soudure.

- **Pieux en acier – fabrication en usine**

- ♦ Pour 15 % des tubes de chaque lot, et pour au minimum 3 tubes, les soudures nécessaires à la fabrication des pieux doivent être vérifiées par ultrasons sur une longueur de 1 m à partir de chaque extrémité des tubes.
- ♦ Pour les pieux fabriqués avec des tôles torsadées, les soudures d'aboutement des bobines doivent être inspectées visuellement et par ultrason sur 100 % de leur longueur.
- ♦ Dans le cas des pieux fabriqués avec des tôles torsadées, pour 15 % des tubes de chaque lot et au minimum 3 tubes, le décalage des plaques au niveau de la soudure doit être mesuré. Le mesurage doit être effectué parallèlement à l'axe du pieu et de part et d'autre du cordon, à toutes les intersections de soudures et d'une droite, tracée au hasard d'une extrémité du tube à une autre. Le décalage mesuré ne doit pas être supérieur à 10 % de l'épaisseur de la paroi, sans excéder 3 mm.
- ♦ En cas de non-conformité à l'un des contrôles sur les tubes sélectionnés pour les essais, tous les contrôles doivent être effectués sur 3 tubes supplémentaires dans le même lot, jusqu'à ce que les contrôles de 3 tubes consécutifs soient conformes.
- ♦ Lorsqu'une quantité supérieure à 10 % des tubes d'un même lot de production présente des non-conformités, le lot entier doit être rejeté.
- ♦ Le contrôle des soudures des pieux doit être terminé avant l'installation des pointes, s'il y a lieu.
- ♦ Toutes les soudures de pointes Oslo doivent être réalisées en usine et vérifiées à 100 % par magnétoscopie, 24 heures après le soudage.



15 | Ouvrages d'art

• Pieux en acier – mise en œuvre

- ♦ Les soudures bout à bout dans un pieu en acier sont vérifiées par ultrasons sur 100 % de leur longueur sur 25 % des joints répartis sur l'ensemble des pieux d'une unité de fondation; ces derniers sont choisis par le surveillant. Lorsqu'un joint s'avère non conforme, le joint suivant doit être vérifié, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il y ait deux joints consécutifs qui soient conformes avant de revenir à la cadence de vérification originale.
- ♦ Les soudures sur préparation à pleine pénétration entre la pointe et un pieu en acier sont vérifiées par ultrasons sur 100 % de leur longueur sur 25 % des pieux. Les soudures d'angle entre la pointe et un pieu en acier sont vérifiées par magnétoscopie sur 100 % de leur longueur sur 25 % des pieux. Lorsqu'une soudure s'avère non conforme, le pieu suivant doit être vérifié, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il y ait deux pieux consécutifs qui soient conformes avant de revenir à la cadence de vérification originale.
- ♦ Une soudure bout à bout à pleine pénétration dans un pieu caisson est vérifiée par ultrasons sur 100 % de sa longueur.
- ♦ Une soudure bout à bout à pénétration partielle dans un pieu caisson est vérifié par magnétoscopie sur 100 % de sa longueur.

• Structures d'équipement routier

- ♦ Une soudure bout à bout dans une pièce en acier est vérifiée par ultrasons ou radiographiée à 100 %.
- ♦ Une soudure à pénétration complète est vérifiée par ultrasons ou radiographiée à 100 %.
- ♦ Une soudure longitudinale à pénétration partielle est vérifiée par magnétoscopie sur une distance égale à 25 % de la longueur des cordons de soudure. Dans le cas des hauts-mâts, chaque section est vérifiée.
- ♦ Une soudure d'angle sur une structure en acier est vérifiée par magnétoscopie sur une distance égale à 25 % de la longueur des cordons de soudure.

• Autres éléments

- ♦ Les soudures d'angle entre les semelles des poutres et les appareils d'appui, en plus de la vérification visuelle, sont vérifiées à 100 % par magnétoscopie.
- ♦ Les soudures d'angle situées à la base des poteaux des dispositifs de retenue en acier, en plus de la vérification visuelle, sont vérifiées à 100 % par magnétoscopie sur 10 % des poteaux, et au minimum deux poteaux sont vérifiés par pont. Les poteaux vérifiés sont choisis par le surveillant.
- ♦ Les soudures sur une plaque de renfort ou sur une console retenant de la précontrainte doivent, en plus de la vérification visuelle, subir les examens suivants :
 - radiographie à 100 % d'une soudure bout à bout;
 - vérification d'une soudure d'angle par magnétoscopie sur une distance égale à 25 % de la longueur des cordons de soudure.

Aucun essai non destructif n'est requis sur les ouvrages provisoires, les drains, les drains d'interface et les soudures d'étanchéité des joints d'assemblage boulonnés des joints de tablier, à moins d'indication contraire dans les plans et devis.

Pour les autres cas, une soudure à pénétration complète doit être inspectée par ultrasons ou par radiographie sur 10 % de sa longueur sur 25 % des éléments et une soudure d'angle sur une membrure principale tendue ou sur une membrure à résistance critique à la rupture doit être inspectée par magnétoscopie sur 25 % de la longueur de chaque soudure.

15.8.5.5 Prémontage en usine

Les poutres principales comportant des joints de chantier doivent être prémontées à l'usine.

Toutes les sections composant la poutre doivent être prémontées et ajustées conformément aux plans et devis, l'âme en position horizontale.

Toutes les sections d'une poutre doivent être prémontées. Chaque opération de prémontage doit inclure au minimum 2 sections. Dans le cas d'une travée comportant 3 sections ou plus ou en courbe, l'entrepreneur doit fournir au surveillant un plan de prémontage détaillé expliquant chacune des étapes, au moins 14 jours avant de procéder à ces travaux; l'entrepreneur doit attendre l'avis écrit du surveillant avant de procéder au prémontage.

15 | Ouvrages d'art

La tolérance de positionnement des raidisseurs porteurs d'un axe d'appui à l'autre, à une température de 20 °C, est de 3 mm ou la distance d'un axe d'appui à l'autre divisé par 10 000, selon la plus grande des deux valeurs.

À un joint de chantier d'une poutre principale, le perçage des trous doit être effectué à l'aide d'une des plaques de joint de la semelle et de l'âme, dont les trous ont été percés au préalable afin qu'elles servent de gabarit. Il est également permis de faire le perçage des plaques de joint ainsi que de l'une des 2 sections de poutre à l'aide d'une perceuse à commande numérique et d'utiliser par la suite ces plaques comme gabarit pour le perçage de l'autre section de poutre. La séquence des travaux de perçage dans les sections de poutres, les plaques de joint et les fourrures, doit prévoir, à toutes les opérations du prémontage, l'utilisation d'un nombre suffisant de chevilles d'assemblage et de boulons pour conserver l'alignement des trous en tout temps.

Les zones de contact des plaques de recouvrement des joints de chantier au niveau des semelles de poutres principales doivent avoir un gauchissement inférieur à B/200, sans excéder 3 mm, B étant la pleine largeur de la semelle. Le gauchissement est mesuré perpendiculairement à l'axe de la poutre, entre le prolongement d'une demi-largeur de semelle et l'extrémité de l'autre demi-largeur de semelle.

Dans le cas des structures d'équipement routier, les poutres triangulées et les poutres monotubulaires comportant des joints de chantier à brides de raccord doivent être prémontées à l'usine. Des numéros d'identification doivent être gravés sur les brides de raccord avant le désassemblage et l'application d'un revêtement de protection contre la corrosion.

15.8.5.6 Autorisation de livraison

Une pièce ne peut quitter l'usine avant que le surveillant ait transmis une autorisation de livraison à l'entrepreneur. Avant de transmettre l'autorisation, le surveillant doit avoir effectué une inspection visuelle de la pièce finie non revêtue et doit avoir reçu et revu les documents relatifs à la qualité. Cette documentation inclut, sans s'y limiter :

- les certificats d'aciérie;
- les rapports dimensionnels du fabricant;
- les rapports d'inspection visuelle des soudures;
- les rapports d'essais non destructifs des soudures;

- l'attestation de conformité du prémontage en usine;
- les rapports de non-conformité traités.

L'entrepreneur doit prévoir qu'une période minimale de 48 heures est requise au surveillant pour l'étude et la consultation de la documentation reçue.

Dans le cas des poutres et sections de poutres, le fabricant doit les mettre en position debout avant que le surveillant procède à l'inspection visuelle de celles-ci.

15.8.6 MANUTENTION, TRANSPORT ET MONTAGE

Les composants de l'ouvrage doivent être manipulés avec attention pour éviter tout dommage ou toute déformation. Les poutres doivent être soulevées par au moins 2 points de levage lors des opérations de manutention et de montage. Dans le cas des structures d'équipement routier en aluminium, celles-ci doivent être protégées durant le transport.

Les structures en aluminium doivent être débarrassées de toute poussière ou graisse avant de quitter l'usine.

Les poutres à âme pleine doivent être transportées avec l'âme en position verticale. Si cela n'est pas possible dans certains cas particuliers, les poutres sont transportées conformément aux documents relatifs au système de transport. Le surveillant remet à l'entrepreneur un avis écrit l'autorisant à procéder au transport d'une poutre lorsque le système de support mis en place est jugé conforme aux documents remis.

Après le transport des poutres au chantier et avant leur montage, leurs surfaces doivent être nettoyées de toute accumulation de boue, de sable, d'abrasifs, de sels de déglacage ou de tout autre débris. Le nettoyage doit s'effectuer au moyen d'un jet d'eau sous pression ou d'un équivalent approuvé et n'endommageant pas la surface finie de l'acier. La procédure de nettoyage doit faire en sorte d'éviter la formation d'une couche de glace sur les surfaces.

À moins d'une indication contraire dans la présente section, le montage, la mise en place des boulons et l'inspection des assemblages doivent être réalisés conformément à la norme CSA S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers ».

L'emplacement et l'élévation des appareils d'appui doivent être vérifiés par l'entrepreneur, et les anomalies constatées doivent être corrigées. Pour l'élévation, l'entrepreneur doit utiliser les

15 | Ouvrages d'art

valeurs relevées des assises, comme exigé à l'article «Inspection, correction et nettoyage des surfaces» de la présente section, et calculer les élévations du dessus des appareils d'appui en y ajoutant les valeurs d'épaisseur totale de ceux-ci indiquées aux plans d'atelier visés.

L'entrepreneur doit aviser le surveillant par écrit, au moins 24 heures à l'avance, en précisant la date et l'heure de la mise en place des poutres, sauf celles d'un pont acier-bois.

Pour éviter que l'eau, au contact des surfaces d'acier non peinte, tache les assises et les surfaces adjacentes des unités de fondation, ces unités doivent être protégées adéquatement avant le début du montage de l'ouvrage. Toute souillure sur les poutres ou sur les unités de fondation, telles les taches d'huile et de graisse, doit être enlevée une fois l'ouvrage terminé.

Selon les indications des dessins et des calculs du procédé de montage, la première poutre érigée doit être retenue latéralement; les autres poutres doivent être contreventées sans délai après leur mise en place.

Lorsque le tablier est construit en phases, des ouvrages temporaires pour chacune des phases peuvent être requis pour limiter le déplacement latéral et la rotation des poutres principales occasionnés par le bétonnage de la dalle, sans toutefois restreindre le déplacement vertical. Ces ouvrages doivent être détaillés dans les plans de montage.

À la fin de chaque quart de travail où des poutres ont été mises en place, et après inspection au chantier de ces poutres par un ingénieur, l'entrepreneur doit remettre au surveillant un avis écrit signé par cet ingénieur indiquant que les contreventements et les ouvrages temporaires sont installés conformément aux dessins et aux calculs du procédé de montage. Cet avis doit aussi mentionner la date et l'heure de l'inspection.

Afin de conserver l'ajustement des composants de l'ouvrage selon les alignements vertical et horizontal prévus dans les plans, aucune charge de construction ni aucune charge permanente autre que celle due à la charpente métallique ne doivent être appliquées sur l'ouvrage avant que soit terminé le serrage final des éléments structuraux sollicités par ces charges supplémentaires. Dans le cas d'un tablier à travées continues, le serrage final des boulons doit être terminé sur au moins 2 travées de part et d'autre de celle visée par l'ajout des charges de construction.

Les trous laissés par l'enlèvement des ouvrages temporaires servant à la manipulation des poutres ou résultant de la modification ou de la réparation

d'ouvrages existants doivent être comblés par des boulons ASTM F3125/F3125M «Standard Specification for High Strength Structural Bolts and Assemblies, Steel and Alloy Steel, Heat Treated, Inch Dimensions 120ksi and 150ksi Minimum Tensile Strength, and Metric Dimensions 830MPa and 1040MPa Minimum Tensile Strength», de grade A325. Si les poutres sont peinturées, les boulons doivent avoir le même revêtement que celui des poutres et dans les autres cas, les boulons doivent être galvanisés.

Les contreventements et autres ouvrages temporaires doivent être maintenus en place jusqu'à ce que le béton de la dalle ait atteint 70 % de f'_c , vérifiée par des essais sur éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que l'ouvrage.

Lorsqu'une phase de raccordement de dalle est prévue pour joindre deux phases coulées antérieurement, le perçage et le boulonnage des diaphragmes et des contreventements situés sous la phase de raccordement doivent être effectués avant le bétonnage de cette phase, mais après la réalisation de chacune des phases de dalle adjacentes.

Si une poutre doit être soulevée de plus de 1 mm de l'appareil d'appui après le serrage final des boulons des contreventements ou des diaphragmes dans cet axe d'appui, toutes les poutres de l'axe doivent être soulevées et abaissées de façon uniforme et simultanée sur toute la largeur de la charpente assemblée à cette étape.

15.8.6.1 Joints boulonnés

Les surfaces d'acier devant venir en contact entre elles lors de l'assemblage, si elles ne sont pas galvanisées, métallisées ou recouvertes d'un revêtement de classe B, doivent être minimalement nettoyées selon les exigences de la norme SSPC-SP 6-NACE N°3 «Commercial Blast Cleaning» ou de la norme SSPC-SP 15 «Commercial Grade Power-Tool Cleaning» et avoir un degré de rugosité supérieur à 25 µm. La conformité de l'état des surfaces et de la rugosité doit être maintenue jusqu'au boulonnage en chantier.

Si le surveillant en fait la demande, l'entrepreneur est tenu de faire inspecter ces surfaces par un inspecteur en soudage certifié selon les exigences de la norme CSA W178.2 «Qualification des inspecteurs en soudage» ou par un inspecteur en recouvrement certifié par la National Association of Corrosion Engineers (NACE).

Les boulons, écrous et rondelles doivent être livrés sur le chantier assemblés dans des contenants scellés à l'usine du fournisseur. L'identification de

15 | Ouvrages d'art

chaque contenant doit comprendre le numéro de lot de production des boulons assemblés ainsi que les principales caractéristiques des boulons, des écrous et des rondelles. Les contenants scellés, ou ouverts sur le chantier, doivent être entreposés à l'abri, notamment, de l'humidité, de la poussière et des saletés afin que les boulons, écrous et rondelles soient conservés jusqu'à leur mise en place dans le même état qu'au moment de la livraison. Après chaque journée de travail, les boulons, écrous et rondelles non utilisés doivent être retournés dans leurs contenants d'origine.

Au moment de l'installation des boulons, des écrous et des rondelles galvanisés, l'entrepreneur doit s'assurer qu'il n'y a pas de rouille blanche sur ces pièces.

15.8.6.1.1 Mise en place des boulons

Les trous doivent être alignés au moyen de chevilles d'assemblage et les pièces doivent être maintenues assemblées par un nombre suffisant de boulons de préassemblage serrés à bloc. À moins d'indication contraire du surveillant, l'alignement des trous doit se faire en utilisant 4 chevilles d'assemblage de chaque côté du joint. Aucun alésage des trous n'est permis au chantier.

Dans le cas où l'entrepreneur utilise des boulons qui sont serrés sans contrôle au moment de l'ajustement des pièces à assembler, ceux-ci doivent être marqués avec de la peinture de couleur rouge avant le début des travaux de boulonnage; ces boulons doivent être remplacés par de nouveaux boulons selon les modalités de la procédure de boulonnage soumise.

Une section de poutre doit être retenue par des boulons et des chevilles d'assemblage en remplissant au moins 50 % des trous des joints de chantier avant qu'elle soit détachée de l'équipement de levage. Les boulons avec leurs écrous (serrés manuellement) et les chevilles d'assemblage (concentrées en rive des plaques d'assemblage) doivent être répartis uniformément dans le joint (semelles et âme).

Avant le début du serrage final des boulons des joints de chantier, les sections de poutre doivent être ajustées selon les alignements vertical et horizontal prévus dans les plans en utilisant une quantité suffisante de chevilles d'assemblage tout en se limitant à un maximum de 4 chevilles de chaque côté du joint.

Quelle que soit la méthode de montage utilisée, la dernière étape de l'assemblage d'un joint consiste à remplacer les chevilles d'assemblage par

des boulons serrés au serrage final. À cette étape, tous les autres boulons du joint devront avoir été préalablement installés et serrés au serrage final.

Dans le cas où le montage des sections d'une poutre ne se fait pas à leur emplacement définitif, le serrage final de tous les boulons des joints de chantier doit être fait avant le déplacement des poutres à leur emplacement définitif.

a) Serrage des boulons

Tous les boulons doivent être posés avec une rondelle en acier placée sous la pièce (écrou ou tête de boulon) qu'on tourne pendant le serrage. Une rondelle doit être installée à chaque extrémité des boulons d'un assemblage comportant un trou surdimensionné.

Dans le cas d'une structure en aluminium, tous les boulons doivent être installés avec une rondelle à chaque extrémité.

Les écrous doivent être installés du côté le moins apparent de l'ouvrage.

Le seul serrage permis est le serrage par rotation de l'écrou. Par conséquent, il est interdit de se servir du couple de serrage des boulons comme méthode de serrage final ou de vérification du serrage final des boulons.

Le serrage à bloc est défini comme étant le serrage permettant de mettre les surfaces des plaques en contact parfait, ce qui correspond à une tension initiale dans les boulons de $15\% \pm 3\%$ de la valeur minimale indiquée à l'article A10.1.6.4 de la norme CSA S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers ».

L'entrepreneur doit utiliser une des méthodes suivantes pour procéder au serrage à bloc des boulons :

- serrage manuel à l'aide d'une clé à mâchoires;
- serrage avec une clé ajustable réglée de manière à obtenir la tension initiale exigée dans le boulon ou ayant une capacité maximale ne dépassant pas cette tension.

À la suite du serrage à bloc et avant le serrage final par rotation de l'écrou, tous les boulons et les écrous de l'assemblage doivent être marqués à l'aide d'un crayon de manière à déterminer le degré de rotation relative des 2 pièces. Le marquage de chaque écrou doit être fait vis-à-vis de l'arête la plus près de la position midi, et la marque sur le boulon correspondant doit être faite sur le demi-diamètre du boulon à la même position que celle sur l'écrou.



15 | Ouvrages d'art

Après le serrage, l'extrémité filetée des boulons doit excéder l'écrou. Pour les tiges d'ancrage, les filets doivent excéder l'écrou d'au moins 3 mm.

Tous les travaux de boulonnage doivent être vérifiés et suivis par un ingénieur. L'ingénieur ne peut déléguer sa tâche de vérification, sauf dans le cas des travaux de boulonnage en usine autres que ceux des joints de chantier des poutres principales.

Dans le cas des travaux de boulonnage des joints de chantier des poutres principales, l'ingénieur effectuant la vérification et le suivi doit être le signataire de la procédure de boulonnage soumise.

Pour tous les assemblages boulonnés, l'ingénieur qui a suivi les travaux doit remettre au surveillant un avis écrit signé indiquant que le serrage des boulons a été réalisé conformément à chacune des étapes de la procédure de boulonnage soumise. L'avis doit indiquer les assemblages visés ainsi que les dates et les heures des inspections faites par l'ingénieur signataire de l'avis ou son représentant dans le cas des assemblages en usine où une délégation est permise. L'avis doit être remis au surveillant dans un délai de 48 heures suivant la fin des travaux de serrage des boulons des assemblages visés par l'avis.

Le serrage à bloc des boulons d'un assemblage est jugé conforme lorsque tous les boulons testés peuvent être desserrés au moyen d'une clé à mâchoires. Si le serrage d'un des boulons testés n'est pas conforme, tous les boulons de l'assemblage doivent être vérifiés, et ceux dont le serrage n'est pas conforme doivent être remplacés par de nouveaux boulons. En cas de non-conformité, l'ingénieur qui a signé la procédure de boulonnage doit bonifier au besoin la façon de faire le serrage à bloc et transmettre au surveillant, le cas échéant, une nouvelle procédure de boulonnage avant de poursuivre la mise en place des boulons.

Le serrage final des boulons d'un assemblage est jugé conforme lorsque la rotation relative de chaque boulon et de son écrou est à l'intérieur des tolérances permises établies lors du contrôle de réception des boulons. Les boulons qui ne respectent pas ces exigences doivent être remplacés selon une procédure spéciale signée par l'ingénieur qui a signé la procédure de boulonnage.

Pour les boulons non galvanisés, le serrage final par rotation de l'écrou de tous les boulons d'un assemblage doit être fait dans un délai maximal de 10 jours à partir de la mise en place des boulons dans l'assemblage. Pour les boulons galvanisés,

ce délai est de 30 jours. Après ces délais, des essais de rotation à 2/3 de tour à partir du serrage à bloc doivent être faits directement en place sur 3 boulons de l'assemblage pour chaque lot de boulons assemblés (boulon, écrou et rondelle) afin de valider la conformité des assemblages. À la suite de la réussite de ce test, les boulons testés doivent être remplacés et le serrage final de tous les boulons doit être complété immédiatement.

Tout boulon qui est desserré après le serrage final doit être remplacé par un nouveau boulon.

b) *Serrage des boulons des joints de chantier des poutres principales et des poutres principales triangulées*

En plus des exigences de l'article «Serrage des boulons», les exigences suivantes s'appliquent aux joints de chantier des poutres principales et aux joints bout à bout des membrures composant une poutre principale triangulée.

Une réunion préalable au boulonnage, regroupant les représentants du Ministère et de l'entrepreneur, notamment l'ingénieur qui a signé la procédure de boulonnage et le contremaître responsable du montage de l'ouvrage, doit être tenue sur le site au moins 7 jours avant le début de la mise en place des boulons des joints de chantier. La réunion n'a lieu qu'une fois la procédure de boulonnage jugée complète par le surveillant. L'ordre du jour de la réunion doit prévoir, notamment, la revue de la procédure de boulonnage et des exigences contractuelles relatives à la mise en place des boulons ainsi que le contrôle de réception des boulons sur au moins un lot de production de boulons assemblés.

Au début de chaque quart de travail, l'entrepreneur doit aviser par écrit le surveillant lorsque le serrage de boulons de joints de chantier d'une poutre principale est prévu. Cet avis doit indiquer le premier joint sur lequel il est envisagé de serrer à bloc des boulons. Il doit aussi faire mention du moment probable, au cours du quart de travail, du serrage final des boulons des joints de chantier d'une poutre principale.

En plus de l'avis de conformité remis à la suite du serrage final de tout assemblage boulonné, le serrage d'au moins 20 % des joints de chantier, avec au minimum 2 joints, doit être vérifié conjointement et au même moment par l'ingénieur qui a signé la procédure de boulonnage et par le surveillant, pour les 3 étapes principales de la procédure de boulonnage (le serrage à bloc, le marquage et le serrage final). Les joints devant faire l'objet du

15 | Ouvrages d'art

contrôle sont choisis par le surveillant. Le contrôle du serrage s'effectue immédiatement après chacune des étapes :

- pour le serrage à bloc : vérification du serrage sur environ 10 % des boulons du joint, avec un minimum de 6 boulons;
- pour le marquage : vérification du marquage de tous les boulons et écrous avant le serrage final;
- pour le serrage final : vérification de la rotation relative entre chaque boulon et son écrou.

15.8.7 MODIFICATION OU RÉPARATION D'OUVRAGES EXISTANTS

À moins d'une indication contraire dans la présente section, la modification ou la réparation d'ouvrages en acier et en aluminium doit être conforme aux exigences de la section des ouvrages en acier et en aluminium.

Les nouveaux éléments doivent être fabriqués de façon à assurer un assemblage parfait avec les éléments existants à conserver. Avant de procéder à la fabrication, l'entrepreneur doit mesurer sur les lieux les dimensions de tous les éléments existants afin de vérifier les dimensions indiquées dans les plans et devis et de déterminer la position des trous d'assemblage sur les pièces existantes.

Lors du remplacement de divers éléments en acier, lorsque les détails des assemblages ne sont pas montrés dans les plans et devis, les nouveaux assemblages sont identiques aux assemblages existants quant aux dimensions et au nombre de boulons ou rivets; les rivets sont toutefois remplacés par des boulons de même diamètre.

Lors de l'enlèvement des rivets pour permettre la pose de boulons, l'entrepreneur doit prévoir que les trous des pièces en acier ne sont pas parfaitement alignés. Certains trous des pièces existantes doivent être alésés pour permettre la pose des boulons.

Les surfaces d'acier devant venir en contact entre elles lors de l'assemblage doivent être :

- nettoyées selon les exigences de la norme SSPC-SP 6-NACE N°3 « Commercial Blast Cleaning » ou de la norme SSPC-SP 15 « Commercial Grade Power-Tool Cleaning »;
- ou
- recouvertes d'un revêtement de classe B.

Les surfaces existantes revêtues ayant été altérées lors de l'exécution des travaux doivent être retouchées ou réparées conformément

aux exigences concernant les retouches ou les réparations de revêtement de la sous-section « Galvanisation, métallisation et peinture ».

15.8.8 MODE DE PAIEMENT

L'ouvrage en acier ou en aluminium, à l'exception des structures d'équipement routier des pieux, des appareils d'appui, des joints de tablier, des dispositifs de retenue en acier, des drains, des drains d'interface et des éléments en acier des murs de soutènement, est payé à prix global, à l'unité ou au kilogramme. Le prix couvre notamment la fourniture des documents requis, la fourniture des matériaux, la fabrication, le contrôle des soudures, la manutention, le transport, le nettoyage après transport, le montage, et il inclut toute dépense incidente.

À moins que l'enlèvement d'éléments existants fasse l'objet d'un article au bordereau, tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage, y compris la mise au rebut des matériaux, sont inclus dans le prix des ouvrages en acier ou en aluminium.

Si l'enlèvement d'éléments existants fait l'objet d'un article particulier au bordereau, il est payé à prix global. Le prix couvre notamment l'enlèvement des pièces ainsi que la mise au rebut des matériaux, et il inclut toute dépense incidente.

15.9 ÉQUIPEMENTS

15.9.1 APPAREILS D'APPUI

Les appareils d'appui d'un fournisseur doivent être préalablement approuvés par le Ministère.

15.9.1.1 Documents requis

L'entrepreneur doit fournir au surveillant les plans d'atelier et, à la demande du Ministère, la note de calcul des appareils d'appui.

Les plans d'atelier doivent indiquer les caractéristiques des appareils d'appui ainsi que :

- le nom du mouleur des composés compressibles;
- le nom du concepteur des appareils d'appui;
- l'année d'édition de la norme CSA S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers » utilisée pour leur conception ainsi que l'année d'édition du *Cahier des charges et devis généraux* (CCDG) considéré;
- les propriétés des appareils d'appui (module de compression et module de cisaillement considérés);

15 | Ouvrages d'art

- les mouvements maximaux aux états limites d'utilisation;
- les charges minimales et maximales aux états limites d'utilisation et aux états limites ultimes;
- la rotation totale aux états limites ultimes pour les appareils en élastomère confiné;
- les tolérances de fabrication et d'installation au chantier.

La note de calcul est faite à partir des charges et des exigences des plans et devis. La note de calcul doit être signée par un ingénieur.

L'entrepreneur doit fournir les certifications selon les normes CSA W59 «Constructions soudées en acier» et W47.1 «Certification des compagnies de soudage par fusion de l'acier», de division 3 du fabricant ainsi que les cartes de compétence des inspecteurs et des soudeurs des appareils d'appui.

Lorsque le levage du tablier est requis, un plan décrivant les méthodes de levage et de support des poutres ou du tablier doit être fourni au surveillant; les modes de levage et de support ne doivent en aucun cas altérer la résistance structurale ou la durabilité des éléments du pont.

15.9.1.2 Exigences de conception

La conception des appareils d'appui doit être conforme à la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers», avec les précisions suivantes :

- les appareils en élastomère fretté doivent avoir une capacité minimale de rotation de 0,015 radian aux états limites d'utilisation. La déformation moyenne par compression de chaque couche d'élastomère doit être inférieure à 7 % de leur épaisseur respective;
- les appareils d'appui en élastomère confiné doivent avoir une capacité minimale de rotation de 0,02 radian aux états limites d'utilisation;
- la pression moyenne exercée sur le disque d'élastomère confiné ne doit pas être supérieure à 30 MPa aux états limites d'utilisation et à 45 MPa aux états limites ultimes;
- les appareils d'appui guidés doivent être munis de barres guides latérales. Les barres guides centrales sont interdites;
- dans le cas d'un pont existant, les plaques métalliques doivent être dimensionnées pour que la pression moyenne sur le béton soit inférieure à 0,63 f'_c, sans excéder 20 MPa, pour les charges constantes et les surcharges aux états limites ultimes.

Dans le cas des appareils d'appui frettés avec ou sans éléments glissants, la dimension indiquée aux plans et devis pour l'épaisseur de l'appareil d'appui est donnée à titre indicatif seulement. Le fabricant a la responsabilité de calculer cette dimension afin de respecter les exigences de la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers». Lorsque l'appareil fourni a une épaisseur différente de celle indiquée aux plans et devis, la longueur des boulons d'ancrage et l'épaisseur des plaques de butée doivent être modifiées en conséquence. Les dimensions données aux plans pour la longueur et la largeur des appuis doivent par contre demeurer inchangées.

Dans le cas des appareils d'appui en élastomère fretté avec éléments glissants remplaçables ou des appareils d'appui en élastomère confiné remplaçable, les trous des boulons qui fixent les plaques supérieures et la plaque de glissement de l'appareil d'appui doivent être positionnés de façon que les boulons n'interfèrent pas avec les soudures reliant l'appareil à la semelle inférieure de la poutre.

Dans le cas des appareils d'appui en élastomère confiné, la localisation des ancrages de la plaque d'assise doit permettre un déplacement horizontal de l'appareil d'appui d'au moins 35 mm dans toutes les directions à partir du centre indiqué aux plans de chaque appareil d'appui.

15.9.1.3 Matériaux

Les matériaux doivent être conformes à la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers», avec les précisions suivantes :

- les pièces en élastomère des appareils d'appui doivent être en polyisoprène naturel vierge. La dureté doit être de 50 ± 5 au duromètre «Shore A» pour les appareils en élastomère confiné; les autres propriétés du composé en élastomère doivent être conformes à la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers»;
- l'acier inoxydable des plaques doit être conforme à la norme ASTM A240 «Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications» et de type 304;
- les lisières de polytétrafluoroéthylène (PTFE) aux guides latéraux et la feuille de PTFE doivent être enchâssées et liaisonnées, et doivent être conformes à la norme ASTM D4894 «Standard Specification for Polytetrafluoroethylene (PTFE) Granular Molding and Ram Extrusion Materials»;



15 | Ouvrages d'art

- dans le cas des appareils en élastomère fretté avec éléments glissants, la feuille de PTFE doit être non renforcée, non alvéolée et non lubrifiée;
- dans le cas des appareils en élastomère confiné, la feuille de PTFE, à l'exception des lisières de PTFE aux guides latéraux, doit être alvéolée, lubrifiée et non renforcée.

15.9.1.4 Assurance de la qualité

L'entrepreneur doit remettre au surveillant, au moins 7 jours avant la fabrication des appareils d'appui, une attestation de conformité contenant l'information relative aux propriétés des composés en élastomère, de l'acier inoxydable et des bagues d'étanchéité.

15.9.1.5 Fabrication

La fabrication des appareils d'appui doit être conforme à la norme CSA S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers ».

15.9.1.6 Mise en œuvre

La mise en œuvre des appareils d'appui doit être conforme à la norme CSA S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers », avec les précisions suivantes :

- les élévations des assises sont données en fonction d'une épaisseur d'appareils d'appui indiquée sur les plans et devis. Si les appareils ont une épaisseur différente, l'élévation du bloc d'assise doit être corrigée en conséquence;
- l'entrepreneur doit s'assurer que le type d'électrode utilisée pour le soudage des plaques supérieures des appareils d'appui aux poutres est compatible avec le type d'acier des plaques et des poutres;
- lors des opérations de soudage des appareils d'appui, l'entrepreneur doit s'assurer que la température des éléments en élastomère n'excède pas 150 °C;
- lors des opérations de soudage des appareils d'appui avec éléments glissants, l'entrepreneur doit s'assurer que la température des éléments en PTFE n'excède pas 120 °C;
- une fois les soudures effectuées au chantier, les soudures et les surfaces d'acier environnantes non recouvertes doivent être protégées au moyen de deux couches d'enduit riche en zinc selon les exigences relatives à la réparation après la galvanisation ou la métallisation de la présente section.

Les écrous des tiges d'ancrage des appareils d'appui doivent être serrés à fond à l'aide d'une clé à mâchoires d'une longueur d'environ 400 mm. Dans le cas des ancrages des appareils d'appui en élastomère fretté, le serrage à fond doit être réalisé sur le contre-écrou tout en laissant un espace de 5 mm entre le dessus de la plaque de l'appareil d'appui et les écrous. Après le serrage, l'extrémité filetée des tiges d'ancrage doit excéder l'écrou d'au moins 3 mm.

L'entrepreneur doit faire l'installation des poutres, ou du tablier dans le cas du remplacement d'appareils d'appui, après que le béton des blocs d'assise, ou le coulis cimentaire dans le cas des appareils en élastomère confiné, a atteint une résistance à la compression d'au moins 20 MPa.

En présence d'appareils d'appui mobiles en élastomère fretté sans éléments glissants, les poutres, ou le tablier lors du remplacement d'appareils d'appui, ne doivent être déposées sur les appareils que lorsque la température moyenne du tablier calculée, comme indiquée à la mise en œuvre de l'article « Joints de tablier », est comprise entre -10 °C et 20 °C. Les tiges d'ancrage des appuis mobiles doivent être centrées dans les trous ovalisés de la plaque supérieure et celles des appuis fixes doivent être alignées avec le raidisseur d'appui central de la poutre.

Dans le cas des appareils d'appui en élastomère fretté avec éléments glissants, la plaque supérieure de l'appareil d'appui doit être centrée sur le raidisseur d'appui central, dans le cas des poutres en acier, ou le diaphragme à l'appui, dans le cas des poutres en béton. L'élastomère fretté et le cadre en acier doivent être centrés longitudinalement sur le groupe d'ancrages. Ces exigences s'appliquent peu importe la température au moment de l'installation. Les soudures finales de la plaque supérieure des appareils d'appui doivent être effectuées immédiatement après le positionnement final des poutres.

La tolérance sur le positionnement longitudinal et transversal d'une poutre sur un appareil d'appui est de 3 mm.

15.9.1.6.1 Appareil d'appui en élastomère confiné

Après le durcissement du béton des blocs d'assise, l'entrepreneur doit s'assurer que la distance entre le niveau prévu du dessous de la plaque d'assise de chaque appareil d'appui et le dessus du béton du bloc d'assise est comprise entre 10 et 15 mm. Il doit ensuite mettre en place la



15 | Ouvrages d'art

plaque d'assise de l'appareil d'appui, procéder à son nivellement pour ensuite la fixer au moyen des tiges d'ancrage.

Un cordon de retenue est mis en place au pourtour de la plaque d'assise de l'appareil d'appui; un orifice d'injection et un évent doivent être prévus sur des côtés opposés de l'appareil. Le cordon de retenue est fait d'un mortier cimentaire à prise rapide; une colle époxy en gel ou en pâte conforme à la norme ASTM C881/C881M «Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding Systems for Concrete» peut aussi être utilisée si le cordon est réalisé après un délai de 8 jours (soit 7 jours de cure suivis d'une période de 24 heures sans précipitations) après le bétonnage des blocs d'assise.

L'entrepreneur doit ensuite injecter sous pression constante un coulis cimentaire, conforme à la norme 3901 du Ministère, sous la plaque d'assise. Les surfaces entrant en contact avec le coulis doivent avoir une température minimale de 10 °C au moment de la mise en place du coulis. Lorsque le coulis s'écoule par l'évent de façon continue pendant 5 secondes, celui-ci est fermé tout en maintenant la pression d'injection. Après un délai additionnel de 5 secondes, l'orifice d'injection est aussi fermé et la pression d'injection, relâchée. La température du coulis doit ensuite être maintenue au-dessus de 10 °C au cours des 24 heures suivant la pose. L'orifice d'injection et l'évent sont coupés au droit de la plaque d'assise de l'appareil d'appui une fois le cordon de retenue enlevé. Le cordon de retenue doit être enlevé après un délai d'au moins 24 heures suivant la fin de l'injection du coulis.

Pour les appareils d'appui mobiles, la plaque supérieure de l'appareil d'appui doit être centrée sur l'âme et le raidisseur d'appui central, dans le cas des poutres en acier, ou le diaphragme à l'appui, dans le cas des poutres en béton. La partie inférieure de l'appareil d'appui doit être centrée longitudinalement sur la plaque d'assise. Ces exigences s'appliquent peu importe la température au moment de l'installation.

Les soudures finales des plaques inférieure et supérieure des appareils d'appui doivent être effectuées après le positionnement final des poutres.

15.9.1.6.2 Remplacement d'appareils d'appui

Le tablier d'un pont doit être supporté, et au besoin soulevé, avant de procéder au remplacement d'un appareil d'appui existant. Il ne doit pas être soulevé de plus de 15 mm par rapport à son niveau final.

Le levage et le support du tablier doivent être conçus de façon à ne pas endommager le joint de tablier ou tout autre élément du pont et à soulever le pont uniformément sur toute la largeur du tablier. Le support doit être effectué sans l'utilisation de vérins et il doit prévoir le blocage transversal du tablier. L'entrepreneur doit aviser le surveillant par écrit, au moins 24 heures à l'avance, en précisant la date et l'heure du levage et du support du tablier.

Après la mise en place du système de levage et du système de support et après inspection au chantier par un ingénieur, l'entrepreneur doit remettre au surveillant un avis écrit, signé par cet ingénieur, attestant la conformité des systèmes mis en place avec le plan soumis. Cet avis doit aussi mentionner la date et l'heure de l'inspection.

Les travaux relatifs au remplacement des appareils d'appui doivent être terminés avant de procéder à toute coulée de béton visant le remplacement, la modification ou l'élimination d'un joint de tablier.

Avant de procéder au levage du tablier, l'entrepreneur doit s'entendre avec le surveillant sur la façon de référencer l'élévation du dessus de chaque appareil d'appui à remplacer afin de positionner le dessus du nouvel appareil d'appui. Avant de replacer le tablier sur les nouveaux appareils d'appui, l'élévation des appareils d'appui doit être vérifiée par l'entrepreneur en présence du surveillant et les anomalies constatées doivent être corrigées.

15.9.2 JOINTS DE TABLIER

La conception et la fabrication des joints de tablier doivent être conformes à la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers».

Les joints de tablier d'un fournisseur doivent être préalablement approuvés par le Ministère.

15.9.2.1 Documents requis

L'entrepreneur doit fournir au surveillant les plans d'atelier des joints de tablier.

15.9.2.2 Matériaux

15.9.2.2.1 Composés en élastomère

La garniture en élastomère doit être conforme à la norme ASTM D5973 «Standard Specification for Elastomeric Strip Seals with Steel Locking Edge Rails Used in Expansion Joint Sealing».

15.9.2.2.2 Armature

Les barres d'armatures du joint utilisées pour fixer le joint à celles de l'ouvrage doivent être conformes aux exigences de la norme 5101 du Ministère.



15 | Ouvrages d'art

15.9.2.3 Mise en œuvre

La mise en œuvre des joints de tablier doit être conforme à la norme CSA S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers » et aux exigences des plans d'atelier, avec les précisions suivantes :

- le joint de tablier ne doit être mis en place qu'après le bétonnage d'une dalle, dans les cavités prévues à l'extrémité de la dalle et à la partie supérieure du garde-grève;
- les pentes longitudinale et transversale des épaulements du joint de tablier d'une dalle neuve doivent correspondre aux profils prévus dans les plans. Dans le cas du remplacement d'un joint de tablier, les pentes longitudinale et transversale des épaulements doivent correspondre aux profils prévus pour l'enrobé, de part et d'autre du joint;
- l'ouverture d'un joint posé en une seule section doit être ajustée à l'ouverture stipulée dans les plans, selon la température moyenne du tablier. Cette température moyenne de fixation du joint doit être calculée à partir de lectures du dessous de la dalle et de chacune des poutres. Ces lectures doivent être prises dans les 24 dernières heures pour un tablier à poutres en acier et les 48 dernières heures pour un tablier à poutres en béton, jusqu'au moment de la fixation du joint;
- l'ouverture d'un joint posé en plusieurs sections à la suite de travaux réalisés par phases doit être ajustée en tenant compte des exigences suivantes :
 - ♦ pour la pose de la première section de joint : à l'ouverture stipulée aux plans, selon la température moyenne du tablier calculée selon les mêmes exigences que les joints posés en une seule section,
 - ♦ pour la pose des autres sections de joint : à l'ouverture de la première section de joint,
 - ♦ pour un joint d'assemblage soudé d'un joint à plus d'une garniture : les soudures bout à bout des poutres centrales et de rive doivent être réalisées en présence d'un représentant du fabricant du joint;
- aucune partie du joint de tablier ne doit excéder le plan des surfaces du chasse-roues, du trottoir, de la piste cyclable ou de la glissière en béton situées de part et d'autre du joint, sans toutefois être à plus de 15 mm sous ce plan;
- le joint doit être mis en position au moyen des tiges filetées et être fixé solidement à l'aide de soudures par points sur les armatures de la dalle et du garde-grève. Le niveau des joints avec épaulement en acier ou en béton doit être ajusté avec une tolérance de 3 mm;
- les cornières ou les plaques d'assemblage temporaires doivent être enlevées après la fixation du joint;
- l'entrepreneur doit obtenir l'approbation écrite du fabricant du joint avant de procéder au bétonnage d'un joint à plus d'une garniture, ou d'une section de joint à plus d'une garniture dans le cas de travaux réalisés en phases; cette approbation porte essentiellement sur la pose des coffrages par rapport à la mise en place du joint et à son installation. Sur toute la longueur du joint à plus d'une garniture, la distance entre les enclenchements, au moment de la pose et à l'utilisation, doit être la même pour chaque garniture avec une tolérance de 10 mm;
- après le bétonnage du joint, selon les mêmes conditions de surface et les mêmes délais que ce qui est prévu pour la pose sur le dessus des dalles, une membrane d'étanchéité doit être posée sur le dessus du garde-grève de la culée, à l'arrière de l'épaulement;
- le coulis à l'intérieur du profilé HSS des joints en dévers doit être injecté à partir du point bas. Dans le cas de joints comportant un point haut entre deux points bas, l'injection doit se faire de manière successive à partir de chacun des points bas. Lors de travaux en phases, l'injection doit se faire à chaque phase individuellement;
- la pose de la garniture en élastomère doit être effectuée à l'aide d'outils appropriés recommandés par le fabricant du joint. La garniture permanente doit être posée sur toute la longueur du joint en une seule opération et après le bétonnage du joint. Dans le cas où un trottoir est présent et pour tout joint à plus d'une garniture, la garniture doit être mise en place par le fabricant du joint. Dans le cas de joints à plus d'une garniture posée en phases, des garnitures temporaires doivent être mises en place en usine; les garnitures temporaires doivent demeurer en place jusqu'à la pose des garnitures permanentes. Par contre, dans le cas d'un joint à plus d'une garniture posée d'une seule longueur, les garnitures permanentes peuvent être posées à l'usine du fabricant;



15 | Ouvrages d'art

- le joint de tablier avec garniture en élastomère doit être étanche une fois la garniture permanente mise en place. En présence du surveillant, l'entrepreneur doit procéder à un essai d'étanchéité du joint de tablier à l'aide d'un jet d'eau de 20 mm de diamètre et d'une pression minimale de 700 kPa. Le jet d'eau doit être maintenu au-dessus du joint avec un mouvement de va-et-vient pendant une période d'au moins 30 minutes. L'entrepreneur doit fournir au surveillant l'accès à l'assise du tablier située sous le joint de tablier lors de l'essai d'étanchéité;
- tout joint non étanche doit être réparé et subir un nouvel essai d'étanchéité. Aucune réparation de la garniture n'est autorisée.

Du 30 novembre au 31 mars, lorsque le pont ou une phase de travaux est en service, des garnitures temporaires étanches doivent être mises en place pour les joints de tablier neufs du pont ou des phases correspondantes si les garnitures permanentes ne sont pas en place.

15.9.3 DISPOSITIFS DE RETENUE EN ACIER

15.9.3.1 Documents requis et exigences de conception

L'entrepreneur doit fournir au surveillant les plans d'atelier des glissières et des garde-fous.

Les poteaux et les barreaux des glissières et des garde-fous doivent être perpendiculaires au profil longitudinal du chasse-roues, du trottoir ou de la piste cyclable lorsque la pente est inférieure à 2 %. Ils doivent être verticaux lorsque la pente est égale ou supérieure à 2 %.

Les lisses, les rampes, les mains courantes et les têtes des poteaux doivent être parallèles à la pente du chasse-roues, du trottoir ou de la piste cyclable.

15.9.3.2 Matériaux

La pellicule utilisée pour les plaques rétro réfléchissantes doit être conforme à la norme 14101 du Ministère et de type XI.

15.9.3.3 Fabrication

Les lisses, barreaux et poteaux doivent être d'une seule pièce; l'aboutement de pièces par soudage est interdit.

Les surfaces d'acier galvanisé devant recevoir les pellicules rétro réfléchissantes doivent être nettoyées à l'aide d'un tampon imbibé d'une solution d'acide phosphorique concentrée entre 5 et 8 %, puis rincées à l'eau claire.

15.9.3.4 Mise en œuvre

Pendant le bétonnage, les extrémités filettées des tiges d'ancrage doivent être protégées au moyen de ruban adhésif.

Les écrous des tiges d'ancrage des dispositifs de retenue en acier doivent être serrés à fond à l'aide d'une clé à mâchoires d'une longueur d'environ 400 mm. Après le serrage, l'extrémité filettée des tiges d'ancrage doit excéder l'écrou d'au moins 3 mm.

Le serrage des boulons et des écrous des dispositifs de retenue doit être fait de la même manière, sans déformer les profilés.

Dans le cas du remplacement de dispositifs de retenue en acier, les surfaces de béton existant sous les poteaux identifiées par le surveillant doivent être corrigées par meulage au besoin, nettoyées au jet d'eau sous pression de 15 MPa, puis ragréées à l'aide d'un mortier cimentaire en sac conforme à la norme 3801 du Ministère, de manière à offrir une surface plane et horizontale pour l'installation des poteaux.

15.9.4 DRAINS EN ACIER

L'entrepreneur doit fournir au surveillant les plans d'atelier des drains en acier.

Le drain doit être posé de façon que le dessus excède de 40 mm le plan des surfaces environnantes de la dalle et que le dessous se trouve 150 mm plus bas que le dessous de la poutre attenante ou de la dalle épaisse.

Les drains à poser sur une dalle existante sont installés aux emplacements mentionnés sur les plans ou aux emplacements désignés par le surveillant. L'entrepreneur doit démolir le béton et couper les barres d'armature de la dalle pour permettre l'installation des drains. Si les drains à installer sont localisés au même endroit que des drains existants, l'entrepreneur doit enlever ces drains.

15.9.5 MODE DE PAIEMENT

15.9.5.1 Appareils d'appui

Les appareils d'appui sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture et la mise en place des appareils et des tiges d'ancrage, y compris les soudures réalisées au chantier et leur contrôle, et il inclut toute dépense incidente.

Dans le cas d'appareils d'appui en élastomère fretté avec ou sans éléments glissants, le prix inclut aussi le coût de la fourniture et de l'installation du cadre en acier et le coût de la fourniture et de l'installation de la plaque supérieure.

15 | Ouvrages d'art

Dans le cas du remplacement d'appareils d'appui, le prix inclut aussi l'enlèvement des appareils existants et des plaques d'appui, s'il y a lieu, le coût de la fourniture et de l'installation des nouvelles plaques d'appui, du forage des trous dans le béton, et celui de la fourniture et de la pose des tiges d'ancrage.

À moins que le levage et le support du tablier requis pour remplacer les appareils d'appui fassent l'objet d'articles particuliers au bordereau, tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation du levage et du support sont inclus dans le prix de l'appareil d'appui.

Si le levage et le support du tablier font l'objet d'un article particulier au bordereau, ils sont payés à prix global. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

15.9.5.2 Joints de tablier

Les joints de tablier sont payés au mètre selon la projection horizontale du joint, sans addition pour les parties verticales des chasse-roues, des trottoirs, des pistes cyclables ou des glissières et sans les extensions des dalots au-delà de ces éléments. Le prix couvre notamment la fourniture et la mise en place des joints de tabliers, y compris les soudures réalisées au chantier et leur contrôle, ainsi que la fourniture et la pose de la membrane d'étanchéité sur le dessus du garde-grève et de la garniture temporaire, et il inclut toute dépense incidente.

Dans le cas du remplacement d'un joint de tablier, le prix inclut aussi les coûts de l'excavation et du remplissage des excavations, de la démolition du béton, de l'enlèvement du joint existant, des travaux de décapage des surfaces adjacentes au joint, de la fourniture du joint de tablier, du béton et des armatures, de la garniture temporaire, ainsi que de la mise en œuvre.

15.9.5.3 Dispositifs de retenue en acier

Les glissières et les garde-fous en acier sont payés au mètre selon la longueur de la lisse ou de la rampe supérieure. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, y compris les ancrages, le contrôle des soudures et la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

À moins que les attaches de la glissière de la route à la glissière de l'ouvrage d'art fassent l'objet d'articles particuliers au bordereau, tous les frais engagés par l'entrepreneur pour l'exécution de ces ouvrages, y compris les coûts des ancrages, des

plaques, des ferrures et des bouts plats de 765 mm de longueur, sont inclus dans le prix unitaire de la glissière de l'ouvrage d'art.

Dans le cas du remplacement de dispositifs de retenue en acier, le ragréage des surfaces de béton existant sous les poteaux est payé à l'unité de poteau. Le prix couvre le nettoyage au jet d'eau, la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente. Les ancrages dans le béton existant demandés aux plans et devis ne font l'objet d'aucun article au bordereau; tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage sont inclus dans le prix des glissières ou des garde-fous.

Si les attaches de la glissière de la route à la glissière de l'ouvrage d'art font l'objet d'un article particulier au bordereau, elles sont payées à l'unité; le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

15.9.5.4 Drains en acier

Les drains sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Les drains posés sur une dalle existante sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et la mise en œuvre. Le prix inclut aussi les coûts de la démolition du béton selon les dimensions indiquées aux plans et devis et de l'enlèvement des drains existants, et il inclut toute dépense incidente.

Les drains existants éliminés sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la démolition du béton, l'enlèvement du drain, la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Dans le cas des drains posés ou éliminés sur une dalle existante, et à moins que l'enlèvement de l'enrobé par décapage des surfaces de dalle et la mise en place du nouvel enrobé fassent l'objet d'articles au bordereau, tous les frais engagés par l'entrepreneur pour l'enlèvement de l'enrobé existant et la mise en place du nouvel enrobé sont inclus dans le prix unitaire des drains ou de l'élimination des drains.

15.10 MEMBRANE D'ÉTANCHÉITÉ

La membrane d'étanchéité pour dalle est utilisée pour étancher le dessus des dalles. La membrane d'étanchéité pour joints est utilisée au-dessus des fissures et des joints de construction

15 | Ouvrages d'art

sur les faces remblayées ou lorsque cela est indiqué aux plans et devis, pour étancher des joints entre des éléments différents (sections de murs de soutènement, sections de ponceaux, sections de culées, un mur et un ponceau, un mur garde-grève et une dalle de transition, etc.).

15.10.1 MATÉRIAUX

La membrane d'étanchéité pour dalle et la membrane d'étanchéité pour joints doivent être conformes à la norme 3701 du Ministère.

15.10.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

15.10.2.1 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste :

- en 1 l de couche d'accrochage provenant d'un contenant scellé dont le contenu a été préalablement homogénéisé;
- en 1 m² de membrane prélevé à partir d'un rouleau.

15.10.3 MEMBRANE D'ÉTANCHÉITÉ POUR DALLE

15.10.3.1 Mise en œuvre

15.10.3.1.1 Nettoyage des surfaces

Moins de 48 heures avant la pose de la couche d'accrochage et, s'il y a lieu, après le décapage de l'enrobé temporaire, toutes les surfaces de béton d'une dalle neuve doivent être nettoyées à fond au moyen d'un jet de billes d'acier monté sur un équipement sur roues. L'équipement doit être ajusté pour avoir un jet d'intensité maximale. Les surfaces de dalle doivent être sèches au moment du nettoyage. Le nettoyage de la surface ne doit pas créer de dénivellation entre deux passages consécutifs de l'équipement.

Les surfaces situées le long des et sur les 65 premiers millimètres au bas des chasse-roues, des trottoirs, des pistes cyclables, des glissières et des joints de tablier doivent être nettoyées à l'aide d'un jet d'abrasif sec ou humide. L'utilisation d'un jet d'eau sans abrasif est interdite. Lors de l'emploi d'un jet d'abrasif humide, un délai supplémentaire d'au moins 24 heures sans précipitations et sans eau stagnante doit être prévu par l'entrepreneur à la suite du nettoyage, avant d'appliquer le liant d'accrochage de la membrane d'étanchéité. La qualité de ce nettoyage doit être au moins équivalente à celle obtenue par le jet de billes d'acier.

Dans le cas de surfaces existantes de dalle, l'entrepreneur doit effectuer le nettoyage de toutes les surfaces de béton de la dalle et de celles des 65 premiers millimètres au bas des chasse-roues, des trottoirs, des pistes cyclables, des glissières et des joints de tablier en deux étapes : un nettoyage de base et un nettoyage complémentaire. Le nettoyage de base est effectué immédiatement après l'enlèvement de l'enrobé et de la membrane d'étanchéité existants. Le nettoyage complémentaire est effectué moins de 48 heures avant la pose de la couche d'accrochage de la membrane d'étanchéité lorsque la cure du béton des réparations de dalle et celle du mortier utilisé pour la correction des surfaces de dalle sont réalisées.

Le nettoyage de base doit être effectué au moyen d'un jet d'abrasif humide ou d'eau haute pression, de façon à enlever toute laitance, toute trace de rouille sur la partie métallique des chasse-roues, toute particule n'adhérant pas à la surface à conserver, tout débris incrusté, tout matériau de cure, tout résidu bitumineux, etc. Les surfaces ainsi nettoyées doivent ensuite être débarrassées de tout débris à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 l/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton de 150 mm à 200 mm).

Le nettoyage complémentaire est effectué de la façon indiquée pour le nettoyage d'une dalle neuve. Ce nettoyage n'est pas requis directement sur l'enrobé de correction, mais le dessus de cet enrobé doit être propre et sec avant l'application de la couche d'accrochage de la membrane d'étanchéité.

Immédiatement avant la correction des surfaces existantes de dalle ainsi qu'avant l'application de la couche d'accrochage et de la membrane d'étanchéité des dalles neuve et existante, les poussières et les débris doivent être enlevés à l'aide d'un jet d'air. Le matériel utilisé pour le jet d'air doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel.

Les surfaces de béton salies par des matières huileuses doivent être nettoyées ou réparées en surface.

La circulation est interdite sur la dalle dès le début des travaux de nettoyage d'une dalle neuve ou de ceux relatifs au nettoyage complémentaire d'une dalle existante, à l'exception de la circulation des véhicules requis pour la pose de la membrane.

15 | Ouvrages d'art

15.10.3.1.2 Inspection et correction des surfaces

Le relief en tout point des surfaces de la dalle est évalué par le surveillant selon la méthode volumétrique décrite dans la norme ASTM E965 «Standard Test Method for Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique». Le volume de sable ou de billes de verre utilisé pour l'essai est de 25 cm³. Le diamètre moyen minimal de la tache de chaque mesure doit être supérieur à 200 mm dans le cas d'une dalle neuve et supérieur à 165 mm dans le cas de surfaces existantes de dalle.

Dans le cas de surfaces existantes de dalle, les surfaces non conformes doivent être corrigées en comblant les cavités à l'aide d'un mortier cimentaire en sac ou en meulant les aspérités; l'entrepreneur doit indiquer au surveillant les surfaces à meuler et attendre son autorisation avant de procéder au meulage. La cure est réalisée au moyen d'un matériau de cure formant une membrane translucide avec un colorant fugace à base d'eau. Après la cure et en présence de l'entrepreneur, le surveillant vérifie au moyen d'un marteau les surfaces recouvertes de mortier cimentaire. Les surfaces qui produisent un son creux, signe d'une mauvaise adhérence, doivent être démolies et reconstruites aux frais de l'entrepreneur.

Le mortier cimentaire en sac utilisé pour corriger les surfaces doit avoir une résistance à la compression à 24 heures d'au moins 20 MPa. Avant de mettre en place le mortier, l'entrepreneur doit d'abord délimiter ces surfaces par un trait de scie de 10 mm de profondeur réalisé perpendiculairement à la surface de béton. La profondeur du trait de scie est réduite au besoin pour éviter d'endommager l'armature. L'entrepreneur doit ensuite démolir ces surfaces jusqu'à une profondeur minimale de 15 mm au moyen d'un marteau pneumatique manuel d'au plus 7 kg.

Dans le cas de la surface d'une dalle neuve ou de la surface des réparations sur une dalle existante, en plus de l'exigence du relief mesuré selon la méthode volumétrique, aucune cavité de plus de 5 mm de profondeur et de plus de 12 mm de largeur ne doit être présente avant la pose de la membrane d'étanchéité.

Le béton des surfaces à corriger doit avoir une température minimale de 5 °C avant que le mortier soit posé.

À la demande du surveillant, un rapiéçage mécanisé ou manuel avec un enrobé de type EC-10 conforme aux exigences de la section «Revêtement de chaussée en enrobé» doit être réalisé en remplacement du mortier cimentaire en sac

lorsqu'une partie importante des surfaces d'une dalle existante doit être corrigée. Une émulsion de bitume conforme à la norme 4105 du Ministère doit être appliquée au taux résiduel de 0,20 l/m² sur toutes les surfaces à recouvrir d'enrobé. L'enrobé doit être épandu de façon à combler les dépressions et à obtenir une épaisseur minimale d'enrobé en tout point de 15 mm. La compacité doit être obtenue en effectuant au moins 4 passages aller-retour de rouleau à pneus ou de rouleau combiné (acier-pneus) sur toute la surface en enrobé mise en place, en plus du compactage effectué avec les rouleaux d'acier.

Les surfaces existantes de dalle à corriger doivent être préalablement nettoyées au moyen d'un jet d'abrasif humide ou d'un jet d'eau haute pression de façon à enlever toute laitance, tout débris incrusté, tout matériau de cure, tout résidu bitumineux et toute autre matière susceptible de nuire à l'adhérence du mortier ou de l'enrobé. Ce nettoyage peut être omis si le nettoyage de base a été effectué moins de 48 heures avant la correction des surfaces. Le matériel utilisé pour le jet d'abrasif humide doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel.

15.10.3.1.3 Pose de la membrane d'étanchéité

a) Délais, période autorisée et conditions météorologiques

L'entrepreneur doit donner un avis écrit d'au moins 24 heures au surveillant pour préciser la date et l'heure de la mise en œuvre.

Dans le cas d'une dalle neuve, la couche d'accrochage doit être posée après un délai, à la suite du bétonnage de la dalle, qui correspond à l'un des cas suivants :

- 7 jours de cure suivis de 6 jours avec ou sans précipitations et terminés par une période de 24 heures consécutives sans précipitations, pour un total de 14 jours minimum;
- 7 jours de cure suivis d'une période de 72 heures consécutives sans précipitations, pour un total de 10 jours minimum.

Lorsqu'un enrobé temporaire a été mis en place, et à la suite du nettoyage des surfaces consécutif à l'enlèvement de cet enrobé, la couche d'accrochage doit être posée après un délai de 24 heures sans précipitations.

Dans le cas de réparations de béton en profondeur ou en surface d'une dalle existante, y compris la reconstruction de côté extérieur d'un tablier, et de bétonnage d'un joint de tablier, la couche

15 | Ouvrages d'art

d'accrochage doit être posée après un délai, à la suite du bétonnage des réparations, qui correspond à l'un des cas suivants :

- 24 heures de cure suivies d'une période de 48 heures consécutives sans précipitations, pour un total de 72 heures au minimum pour un béton de type XVI-15;
- 7 jours de cure suivis d'une période de 24 heures consécutives sans précipitations, pour un total de 8 jours au minimum pour tous les autres types de bétons.

Dans le cas de corrections de surfaces existantes de dalle avec un mortier, la couche d'accrochage doit être posée après un délai de 24 heures pour la cure du mortier suivi d'une période de 24 heures consécutives sans précipitations, pour un total de 48 heures au minimum.

Lorsqu'un enrobé de correction est utilisé pour corriger les surfaces existantes de dalle, celui-ci est mis en place, sur des surfaces propres et sèches, après un délai qui correspond à l'un des cas suivants :

- 7 jours de cure suivis d'une période de 24 heures consécutives sans précipitations, pour un total de 8 jours au minimum, dans le cas où une réparation des surfaces avec du béton ou du mortier a été effectuée;
- 24 heures consécutives sans précipitations après le nettoyage, dans le cas où aucune réparation des surfaces avec du béton ou du mortier n'a été effectuée.

Il est interdit d'entreprendre les travaux de pose de l'enrobé de correction lorsqu'il y a des précipitations sous forme de pluie, de bruine, de brouillard, de neige ou de grêle ou si des probabilités de précipitations de plus de 30 % et de plus de 1 mm d'accumulation sont prévues dans les 48 heures suivant le début de ces travaux (selon les prévisions du bureau météorologique de la région), afin d'éviter que ces précipitations surviennent entre le début de la pose de l'enrobé de correction et la fin de la pose de la membrane d'étanchéité sur cet enrobé.

De plus, avant le début de la pose de la couche d'accrochage de la membrane sur l'enrobé de correction, les conditions suivantes doivent être respectées :

- la température de surface de l'enrobé de correction doit être inférieure à la température haute (H) de la classe de performance PG Hn-L associée au bitume utilisé dans la formule de mélange, ou l'enrobé doit être suffisamment

refroidi après sa compaction pour ne pas se déformer, se fissurer ou s'endommager si des équipements y circulent;

- la surface de l'enrobé de correction doit être propre et sèche.

Dans le cas de la construction ou de la réparation de chasse-roues, de trottoirs, de pistes cyclables en surépaisseur au-dessus d'une dalle ou de glissières, la couche d'accrochage doit être posée sur la dalle après un délai de 24 heures consécutives sans précipitations suivant la fin de la période de cure de ces éléments.

Dans tous les cas, la période requise sans précipitations commence après l'enlèvement complet des matériaux de cure et de toute eau stagnante sur la dalle.

La pose de la membrane d'étanchéité sur une dalle doit se faire entre le 15 mai et le 1^{er} novembre pour les ponts situés dans la zone 1 ou entre le 15 mai et le 15 octobre pour les ponts dans les zones 2 ou 3. Les zones sont définies dans l'arrêté du ministre des Transports et de la Mobilité durable concernant les périodes de dégel annuel.

La pose de la couche d'accrochage ou de la membrane d'étanchéité ne peut être faite que lorsque la température ambiante et celle du béton, mesurées à l'ombre, sont supérieures à 5 °C et à la hausse. La pose de la couche d'accrochage ou de la membrane d'étanchéité ne doit pas débuter lorsqu'il y a une précipitation; si celle-ci survient au cours de la pose, l'entrepreneur doit cesser les travaux.

b) Couche d'accrochage

Une couche d'accrochage doit être appliquée uniformément selon les recommandations du fabricant avec un taux minimal de 0,15 l/m² sur les surfaces à recouvrir d'une membrane d'étanchéité; ce taux est calculé avant l'évaporation du solvant ou de l'eau. La couche d'accrochage doit être celle qui est spécifiée par le fabricant de la membrane d'étanchéité. Dans le cas des dalles neuves ayant été recouvertes d'un revêtement temporaire et aussi pour les surfaces des dalles existantes, la couche d'accrochage doit être à base d'eau.

L'entrepreneur doit protéger des éclaboussures les trottoirs, les pistes cyclables, les chasse-roues, les glissières, les garde-fous, les joints de tablier, etc., au moyen de toiles ou de tout autre matériau approprié; la couche d'accrochage doit être posée au rouleau le long de ces éléments sur une largeur minimale de 600 mm.

15 | Ouvrages d'art

La mise en œuvre de la membrane d'étanchéité doit se faire après un délai minimal de 12 heures suivant la pose de la couche d'accrochage, sans toutefois excéder 24 heures, sur des surfaces sèches et propres. Toutefois, sur autorisation écrite du surveillant, la mise en œuvre de la membrane peut débuter avant le délai minimal de 12 heures si la couche d'accrochage est entièrement sèche au toucher depuis au moins une heure sur l'ensemble des surfaces à recouvrir d'une membrane d'étanchéité.

La circulation d'équipements ou de véhicules, sauf ceux utilisés pour la mise en œuvre de la membrane, est interdite sur les surfaces recouvertes de la couche d'accrochage.

c) Membrane d'étanchéité

Les matériaux doivent être livrés sur le chantier dans leur emballage original. Les rouleaux de membrane doivent être entreposés à la verticale, à l'abri des intempéries.

Lorsque cela est stipulé aux plans et devis, la mise en place de la membrane doit être effectuée à l'aide d'un équipement de pose mécanisé, sauf à proximité des joints de tablier. Lorsque l'équipement de pose mécanisé n'est pas exigé aux plans et devis, la membrane d'étanchéité peut être posée à l'aide d'un chalumeau au propane. Un rouleau à maroufler doit être intégré à l'équipement de pose mécanisé.

Les paramètres de soudage doivent être ajustés en fonction du relief des surfaces à recouvrir et des conditions météorologiques (force du vent, température, etc.), de façon à obtenir, en cours de pose, un filet de bitume fondu d'une largeur d'au moins 20 mm devant le rouleau de membrane et un débordement de bitume entre 20 et 75 mm le long des joints.

La pose de la membrane d'étanchéité doit s'effectuer à partir des points bas des surfaces à recouvrir vers le point haut du profil transversal. Les joints transversaux doivent être décalés de façon à ne pas superposer plus de 3 épaisseurs de membrane en un même point. La largeur de chevauchement des joints est de 75 mm pour les joints longitudinaux et de 150 mm pour les joints transversaux. La membrane doit être placée le plus près possible le long des chasse-roues, des trottoirs, des pistes cyclables, des glissières, des drains et des joints de tablier, sans excéder une distance de 15 mm. Après la pose de chaque bande de membrane, les joints de chevauchement mal soudés doivent être soudés de nouveau.

Une fois la pose de la membrane terminée, un solin constitué de ciment plastique à base de bitume modifié par un polymère SBS (styrène – butadiène – styrène) doit être posé le long des chasse-roues, des trottoirs, des pistes cyclables et des glissières. Aucun solin ne doit être posé le long des joints de tablier et à proximité des drains. L'entrepreneur doit s'assurer que les trous d'évacuation situés sur le côté des drains ne sont pas obstrués par le solin. Le solin doit être mis en place sur des surfaces propres et sèches et lorsque la température ambiante et celle du béton, mesurées à l'ombre, sont supérieures à 5 °C et à la hausse. La température minimale du solin au moment de la pose doit être de 20 °C. Le solin de forme triangulaire a une hauteur minimale de 15 mm et une largeur minimale de 50 mm.

Une fois la pose terminée, la membrane est soigneusement inspectée par l'entrepreneur. Les poches d'air et les plissements doivent être percés et recouverts avec une pièce de membrane excédant d'au moins 100 mm le pourtour de la zone de membrane à réparer.

L'entrepreneur doit fournir l'accès et prévoir le temps requis afin que le surveillant puisse faire un contrôle visuel de la qualité de la pose et un examen par percussion (chaîne et marteau de géologue) de la surface de la membrane. Lorsque les travaux d'enrobé ne sont pas exécutés le même jour que ceux de la membrane d'étanchéité, l'entrepreneur doit aussi fournir l'accès et prévoir le temps requis au surveillant afin de lui permettre de faire un second contrôle de la qualité de la membrane avant d'y poser le liant d'accrochage. Toutes les déficiences (décollement, déchirement, salissage, etc.) rapportées par le surveillant à l'entrepreneur lors du ou des contrôles de la qualité doivent être corrigées avant que l'entrepreneur ne soit autorisé à procéder aux travaux d'enrobé sur la membrane.

Après la pose de la membrane à proximité des drains, tous les trous d'évacuation situés sur les côtés des drains doivent être complètement exempts de bitume fondu et de tout autre matériau.

La circulation d'équipements ou de véhicules, sauf ceux qui sont utilisés pour la mise en œuvre de la membrane et de l'enrobé, est interdite sur les surfaces recouvertes d'une membrane d'étanchéité.



15 | Ouvrages d'art

15.10.4 MEMBRANE D'ÉTANCHÉITÉ POUR JOINTS

Sauf dans le cas des joints de dalle sur culée et des joints d'articulation d'un portique, les exigences suivantes s'appliquent.

La pose de la couche d'accrochage ou de la membrane pour joint doit être réalisée lorsque la température ambiante et celle du béton, mesurées à l'ombre, sont supérieures à 5 °C et sont à la hausse. La pose de la couche d'accrochage ou de la membrane pour joint doit se faire en l'absence de précipitations. Lorsque des précipitations surviennent au cours de la pose, l'entrepreneur doit cesser les travaux. La pose doit être faite sur des surfaces propres et sèches, exemptes de matériau de cure formant membrane, de laitance et de souillure.

Une couche d'accrochage doit être appliquée au taux minimal de 0,15 l/m² sur les surfaces à recouvrir de membrane en considérant un débordement supplémentaire de la couche d'accrochage d'au moins 25 mm de chaque côté de la bande de membrane la plus large; ce taux est calculé avant l'évaporation du solvant ou de l'eau. La couche d'accrochage doit être celle spécifiée par le fabricant de la membrane.

Immédiatement avant la pose de la couche d'accrochage, l'entrepreneur doit chauffer les surfaces de béton à recouvrir au moyen d'un chalumeau au propane.

La pose de la membrane doit se faire après un délai minimal de 12 heures suivant la pose de la couche d'accrochage, sans toutefois excéder 24 heures. Toutefois, sur autorisation écrite du surveillant, la mise en œuvre de la membrane peut débuter avant le délai minimal de 12 heures si la couche d'accrochage est entièrement sèche au toucher depuis au moins une heure.

Pour les éléments en béton coulé en place, la membrane d'étanchéité pour joints doit être posée après un délai minimal, à la suite du bétonnage des surfaces de béton à recouvrir de membrane, de 14 jours, soit 7 jours de cure du béton suivis de 6 jours après l'enlèvement complet des matériaux de cure et d'une période de 24 heures sans précipitations. La période de 24 heures commence après l'enlèvement complet de toute eau stagnante. Ce délai de 14 jours peut toutefois être réduit si la couche d'accrochage est posée après une période de 3 jours consécutifs sans précipitations après l'enlèvement complet des matériaux de cure ou de toute eau stagnante suivant une précipitation. Le délai ne doit cependant pas être inférieur à 10 jours suivant le bétonnage.

Pour les éléments en béton préfabriqués, la membrane d'étanchéité pour joints doit être posée après un délai minimal de 24 heures sans précipitations et après l'enlèvement complet du matériau de cure formant membrane. La période de 24 heures commence après l'enlèvement complet de toute eau stagnante.

Dans tous les cas, immédiatement avant la pose de la membrane, les poussières et les débris doivent être enlevés au moyen d'un jet d'air. Le matériel utilisé pour le jet d'air doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée avant l'utilisation du matériel. Si un nettoyage à l'eau est nécessaire pour obtenir des surfaces propres, celui-ci doit être fait avant la période de 24 heures sans précipitations.

Selon les recommandations du fabricant, lors de l'application d'une bande de membrane sur une autre déjà posée, l'entrepreneur doit chauffer le dessus de la bande de membrane déjà posée pour y faire adhérer la deuxième bande de membrane d'étanchéité pour joints.

15.10.5 MODE DE PAIEMENT

15.10.5.1 Membrane d'étanchéité pour dalle

La correction par meulage des surfaces existantes de dalle est payée au mètre carré avec un minimum de 0,25 m² par zone discontinue de dalle corrigée. Le prix couvre la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

La correction des surfaces existantes de dalle au mortier cimentaire est payée au mètre carré. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, le nettoyage des surfaces à corriger ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

La correction des surfaces existantes de dalle à l'enrobé à chaud est payée au mètre carré. Le prix couvre notamment la fourniture de l'enrobé, du bitume et du liant d'accrochage, l'usinage, le transport, le nettoyage des surfaces ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Le nettoyage des surfaces de dalle est payé au mètre carré. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, les étapes de nettoyage ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

La membrane d'étanchéité est payée au mètre carré selon la surface réelle recouverte, sans addition pour les chevauchements et les solins. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

15 | Ouvrages d'art

15.10.5.2 Membrane d'étanchéité pour joints

La membrane d'étanchéité pour joints ne fait l'objet d'aucun article au bordereau. Tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage sont inclus dans le prix des ouvrages dont l'exécution nécessite la pose de membrane d'étanchéité pour joints.

15.11 REVÊTEMENT EN ENROBÉ

15.11.1 MATÉRIAUX

Le liant d'accrochage ainsi que l'enrobé préparé et posé à chaud doivent respecter les exigences de la section « Revêtement de chaussée en enrobé », en précisant toutefois que :

- l'utilisation de bitume fluidifié est interdite;
- l'utilisation de scories d'acier comme granulats est interdite.

15.11.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

15.11.2.1 Contrôle de réception

Le Ministère effectue un contrôle de réception des enrobés selon les exigences de contrôle de réception de l'enrobé préparé et posé à chaud de la section « Revêtement de chaussée en enrobé ». Le Ministère effectue un contrôle de réception de la compacité du revêtement selon les exigences stipulées pour les enrobés à chaud de la même section, avec les précisions suivantes :

- le lot d'acceptation est constitué de la quantité d'enrobé posée sur la dalle et sur les 2,5 premiers mètres de part et d'autre de la structure lors d'une même journée, selon la même formule d'enrobé. Le reste des approches est traité intégralement selon les exigences de contrôle de réception de la compacité du revêtement de la section « Revêtement de chaussée en enrobé »;
- un lot est accepté lorsque la moyenne des 6 résultats de compacité se situe entre 92,0 % et 98,0 %. Si la valeur moyenne de la compacité est inférieure à l'exigence minimale de 92,0 % ou supérieure à l'exigence de 98,0 %, le surveillant avise l'entrepreneur par écrit et l'informe qu'une réévaluation de la compacité au moyen d'un nucléodensimètre, selon l'option 3 de la méthode d'essai LC 26-510 du Ministère, sera effectuée. Si l'épaisseur minimale exigée à l'option 3 ne peut pas être respectée, la réévaluation est effectuée selon l'option 1 ou 2 de cette même méthode. La

réévaluation de la compacité du lot est faite au moyen de 6 nouvelles mesures à des emplacements fixés de façon aléatoire par le surveillant. Si la moyenne de ces 6 nouvelles mesures est inférieure à l'exigence minimale de compacité de 92,0 % ou supérieure à l'exigence de 98,0 %, l'enrobé du lot est jugé non conforme.

Si la situation l'exige, lorsque la moyenne initiale de la compacité du lot est sous les 90,0 %, le surveillant peut remplacer la réévaluation selon les différentes options de la méthode d'essai LC 26-510 du Ministère par la réévaluation de la compacité au moyen d'éprouvettes prélevées par carottage conformément aux exigences d'assurance de la qualité des enrobés préparés et posés à chaud de la section « Revêtement de chaussée en enrobé ».

Lors du prélèvement des éprouvettes par carottage, les trous résultant de cet échantillonnage doivent faire l'objet d'une réparation conformément à la section portant sur les trous de carottage dans l'enrobé sur le tablier d'un ouvrage d'art de la méthode d'essai LC 26-610 du Ministère.

À moins que les résultats d'évaluation de la compacité par carottage confirment le respect des exigences contractuelles, tous les frais relatifs à cette réévaluation par carottage, y compris la signalisation, le prélèvement des éprouvettes, la réalisation des essais, l'obturation des trous de carottage et toutes dépenses incidentes, sont à la charge de l'entrepreneur.

15.11.3 MISE EN ŒUVRE

15.11.3.1 Préparation de la surface déjà recouverte d'enrobé

Selon le type de préparation stipulé aux plans et devis, les surfaces d'une dalle et les approches déjà recouvertes d'enrobé doivent être préparées par décapage ou par correction par planage.

15.11.3.1.1 Décapage

Le décapage consiste à enlever l'enrobé et la membrane d'étanchéité existants sur la dalle du pont ainsi que l'enrobé existant sur les approches du pont. Le décapage consiste aussi à enlever l'enrobé temporaire mis en place sur une dalle neuve et sur les approches d'un pont.

Selon le calendrier des travaux de l'entrepreneur, l'enlèvement de l'enrobé et de la membrane d'étanchéité existants sur une dalle ou une partie de dalle est autorisé par le surveillant pourvu que les travaux de pose de la nouvelle membrane

15 | Ouvrages d'art

d'étanchéité puissent se faire entre le 15 mai et le 1^{er} novembre pour les ponts situés dans la zone 1 ou entre le 15 mai et le 15 octobre pour les autres ponts. La zone 1 est définie dans l'arrêté du ministre des Transports et de la Mobilité durable concernant les périodes de dégel annuel.

Le décapage est réalisé au moyen d'un matériel qui ne doit pas endommager la dalle ni les autres éléments de la structure et dont la masse ne doit pas excéder la plus faible valeur entre 23t et la capacité affichée du pont correspondant au camion à 2 essieux. L'utilisation de matériel prévu pour la correction par planage est interdite pour effectuer le décapage.

Le décapage sur une partie de la dalle doit être délimité par un trait de scie de 20 mm de profondeur, sans toutefois être supérieur à l'épaisseur du revêtement en place et, sur les approches, par un trait de scie de 50 mm.

Après le décapage, les surfaces de béton de la dalle doivent être exemptes de matières étrangères; un film de bitume est cependant toléré sous forme de traces non mesurables.

L'entrepreneur est responsable de la mise au rebut des matériaux provenant du décapage.

Tout dommage causé à la dalle ou à d'autres éléments du pont par les travaux de décapage doit être réparé aux frais de l'entrepreneur.

15.11.3.1.2 Correction par planage

Les travaux de correction par planage consistent à éliminer toutes les imperfections apparentes à la surface et à rétablir les profils transversal et longitudinal conformes à ceux indiqués aux plans et devis; cependant, le profil longitudinal le long des chasse-roues ou des trottoirs, des pistes cyclables et des glissières doit avoir, après correction, une pente minimale de 0,5 % vers les drains et les extrémités du pont.

La correction par planage est réalisée au moyen d'un matériel conforme aux exigences de la section « Revêtement de chaussée en enrobé »; par contre, la masse de l'équipement de planage, y inclus l'eau, ne doit pas dépasser la moindre des 2 charges suivantes : la capacité affichée du pont correspondant au camion à 2 essieux ou 32t. Ce matériel ne doit pas endommager la dalle, la membrane d'étanchéité ou les autres éléments de la structure. Dans le cas des joints de tablier, ce matériel doit être manœuvré parallèlement à ces derniers tout en prenant soin d'enlever le convoyeur arrière.

Les exigences de correction par planage de la section « Revêtement de chaussée en enrobé » s'appliquent, avec les précisions suivantes :

- chaque planeuse doit être accompagnée d'un seul camion. Les camions non accompagnés d'une planeuse doivent demeurer en attente à l'extérieur de la structure;
- lorsque plus d'une planeuse est employée, une distance libre minimale de 20 m doit être conservée en tout temps entre chacune des planeuses;
- dans les zones inaccessibles par le matériel de planage et sur le dessus des épaulements en béton des joints de tablier, l'enrobé doit être enlevé à l'aide d'outils manuels;
- aux endroits indiqués par le surveillant, là où il y a un manque d'adhérence entre l'enrobé et le béton de la dalle ou entre l'enrobé et la membrane d'étanchéité, l'enrobé et la membrane d'étanchéité, si celle-ci a mal adhéré au béton de la dalle, doivent être complètement enlevés par décapage, et ce, sur une largeur excédant de 600 mm le pourtour de ces endroits. Les surfaces de béton ainsi dégagées doivent être exemptes de matières étrangères. Ces surfaces doivent être rapiécées avec un enrobé de type ESG-10, par couches variant de 40 mm à 45 mm d'épaisseur, ou avec un enrobé de type EC-10 lorsque l'épaisseur à combler est inférieure à 40 mm. La compacité de chacune des couches doit être obtenue en effectuant au moins 4 passages aller-retour de plaque vibrante ayant une masse minimale de 75 kg. Seule l'eau peut être utilisée pour éviter toute adhésion de la plaque vibrante à l'enrobé;
- le planage des surfaces près des chasse-roues, des trottoirs, des pistes cyclables, des glissières, des drains et autres obstacles doit être effectué après le planage des autres surfaces de la dalle. À proximité des joints de tablier, le planage doit être fait juste avant la pose du nouvel enrobé;
- le planage doit être effectué sans encaissement et avec des profils transversal et longitudinal permettant le libre écoulement des eaux vers les drains. Immédiatement après le planage, l'entrepreneur doit dégager les ouvertures situées sur les côtés des drains existants ou, si cela est requis, forer des trous dans ces mêmes drains pour permettre l'évacuation des eaux.

15 | Ouvrages d'art

15.11.3.2 Liant d'accrochage

Sur toute surface à recouvrir d'enrobé, que cette surface soit déjà recouverte d'enrobé, nouvellement recouverte d'enrobé, planée ou recouverte d'une membrane d'étanchéité, l'entrepreneur doit appliquer un liant d'accrochage.

Un liant d'accrochage est également appliqué sur les chasse-roues, les trottoirs, les pistes cyclables, les glissières, les drains et les épaulements de joints de tablier, à la hauteur prévue du revêtement fini.

Dans le cas d'une surface à recouvrir d'enrobé temporaire, l'application d'un liant d'accrochage est interdite.

Les exigences de mise en œuvre relative au liant d'accrochage et aux joints de la section « Revêtement de chaussée en enrobé » s'appliquent, avec les précisions suivantes :

- le liant doit être appliqué au taux résiduel de 0,20 l/m² lorsqu'il est posé sur la membrane d'étanchéité;
- l'entrepreneur doit utiliser un équipement ou une méthode d'application qui protège des éclaboussures les trottoirs, les pistes cyclables, les chasse-roues, les glissières, les garde-fous, les joints de tablier, etc. De plus, il doit prendre les dispositions nécessaires pour éviter les déversements de liant dans les drains. Les frais de nettoyage sont assumés par l'entrepreneur;
- l'application du liant d'accrochage doit précéder la pose de l'enrobé sans dépasser un délai de 16 heures. Cependant, la mise en œuvre des enrobés ne peut débuter avant la rupture complète et le mûrissement suffisamment avancé de ce liant;
- l'application du liant doit se faire sur une surface exempte de tout débris ou de poussières. Les surfaces salies par des matières huileuses doivent être nettoyées ou réparées.

La circulation des véhicules, sauf ceux utilisés pour la mise en œuvre de l'enrobé, est interdite sur la surface recouverte de liant d'accrochage.

15.11.3.3 Enrobé préparé et posé à chaud

L'entrepreneur doit donner un avis écrit d'au moins 24 heures au surveillant pour préciser la date et l'heure de la mise en œuvre de l'enrobé.

Dans le cas de travaux réalisés en phases, la mise en place de l'enrobé est faite à la fin de chacune des phases.

La mise en place de l'enrobé est réalisée dans un délai maximal de 3 jours après la pose de la membrane d'étanchéité. Les journées où les conditions météorologiques sont défavorables au sens des exigences de mise en œuvre de l'enrobé préparé et posé à chaud de la section « Exécution des travaux » sont exclues du calcul de ce délai d'exécution.

La mise en place de l'enrobé est faite au moyen de finisseuses. Par contre, la correction à l'enrobé à faire sur une partie seulement de la dalle dans le cadre de travaux de remplacement d'un joint de tablier par un nouveau joint ou par un joint dalle sur culée, d'élimination d'un joint de tablier à une pile ou de réfection des côtés extérieurs d'une structure est réalisée manuellement.

Le matériel utilisé pour la fabrication, le transport, la mise en place et le compactage de l'enrobé doit être conforme aux exigences prévues dans la section « Revêtement de chaussée en enrobé » de même qu'aux exigences suivantes :

- le matériel utilisé ne doit pas endommager la dalle, la membrane d'étanchéité, les épaulements en béton des joints de tablier ou les autres éléments de la structure;
- la masse minimale des rouleaux statiques à cylindres d'acier, des rouleaux à pneus et des rouleaux combinés (acier-pneus) doit être de 10 t. Cependant, la masse de l'équipement utilisé durant les opérations de compactage de l'enrobé ne doit pas excéder la plus faible valeur entre 23 t et la capacité affichée du pont correspondant au camion à 2 essieux;
- la masse de la finisseuse utilisée pour la mise en place de l'enrobé, y compris le chargement, ne doit pas excéder la plus faible valeur entre 28 t et la capacité affichée du pont correspondant au camion à 2 essieux. Les finisseuses doivent avoir une largeur minimale de 3,0 m, en excluant les rallonges;
- les pneus ou les chenilles du matériel qui circule directement sur le liant d'accrochage et la membrane d'étanchéité doivent être soigneusement nettoyés juste avant d'y circuler. Toute pierre, tout enrobé, toute boue ou tout autre contaminant doivent être enlevés. Les chenilles du matériel circulant directement sur la membrane d'étanchéité doivent être en caoutchouc lisse. Les arrêts des finisseuses doivent être réduits au minimum et les remises en marche doivent être faites avec soin.



15 | Ouvrages d'art

Les exigences sur la mise en œuvre de l'enrobé préparé et posé à chaud de la section « Revêtement de chaussée en enrobé » s'appliquent à la mise en place de tout type d'enrobé sur une structure, de même que les exigences suivantes :

- la surface à recouvrir d'enrobé doit être propre, sèche et exempte de tout matériau détrempe ou gelé, de pierre, de boue, de sable ou d'autres contaminants;
- les drains et les garnitures de joint de tablier doivent être protégés pour ne pas les endommager et afin d'éviter tout colmatage ou déversement dans ces derniers. Les frais de nettoyage sont assumés par l'entrepreneur;
- le compactage par vibration ou par oscillation est interdit sur la dalle d'un pont et à moins de 2,5 m d'une culée ou d'un mur de soutènement;
- chaque finisseuse doit être accompagnée d'un seul camion. Les camions non accompagnés d'une finisseuse doivent demeurer en attente à l'extérieur de la structure;
- lorsque plus d'une finisseuse est employée, une distance libre minimale de 20 m doit être conservée en tout temps entre chacune des finisseuses.

Au moment de la pose de l'enrobé, les poches d'air dans la membrane d'étanchéité doivent être percées avant de terminer le compactage de l'enrobé.

15.11.3.3.1 Mise en place de l'enrobé sur une dalle existante

Sur une surface déjà recouverte d'enrobé, seule la mise en place d'une couche de surface est effectuée.

a) Couche de correction à l'enrobé

Dans le but d'obtenir les profils transversal et longitudinal conformes à ceux indiqués aux plans et devis, l'entrepreneur, sur toutes les surfaces à couvrir, fait la pose d'une ou de plusieurs couches d'enrobé d'épaisseur variable, et ce, tout en respectant les exigences suivantes :

- pour toute correction de moins de 40 mm d'épaisseur, l'entrepreneur utilise un enrobé de type EC-10;

- pour toute correction de 40 mm d'épaisseur et plus, l'entrepreneur utilise un enrobé de type ESG-10, et ce, jusqu'à une épaisseur maximale de 60 mm par couche;
- l'épaisseur minimale de la couche de correction doit être de 25 mm en tout point. Une épaisseur plus grande peut être nécessaire dans certaines zones afin d'obtenir les pentes longitudinale et transversale spécifiées;
- le profil longitudinal le long des chasse-roues ou des trottoirs, des pistes cyclables et des glissières doit avoir une pente minimale de 0,5 % vers les drains et les extrémités du pont.

L'épaisseur variable de la couche de correction est déterminée à partir d'un relevé d'arpentage en fonction du profil final du revêtement prévu et de l'épaisseur de la couche de surface à mettre en place. Le relevé d'arpentage du dessus du béton de la dalle est effectué selon un quadrillage orthogonal de 1,0 m par 1,0 m d'espacement maximal, ainsi que près des bordures et aux changements de pente transversale. Il faut ajouter au besoin des lignes d'arpentage supplémentaires de façon à obtenir les profils transversal et longitudinal conformes permettant de recouvrir le dessus de cette surface d'enrobé de correction par une couche de surface d'épaisseur constante. Les surfaces de béton vis-à-vis des points d'arpentage doivent être exemptes de résidus bitumineux et d'autres matières étrangères. Pour chaque point d'arpentage, l'entrepreneur doit ensuite calculer l'épaisseur de la couche de correction en tenant compte des exigences suivantes :

- la pente transversale après revêtement est celle indiquée aux plans et devis;
- la pente longitudinale après revêtement doit être régulière, s'ajuster à celle de la route de part et d'autre de la structure tout en limitant le plus possible l'épaisseur totale d'enrobé sur la dalle.

Le relevé d'arpentage et la liste des épaisseurs calculées de la couche de correction doivent être remis au surveillant pour information au moins 5 jours avant les travaux de mise en place de l'enrobé sur la dalle ou des joints de tablier à remplacer. Une fois les documents jugés complets par le surveillant, le Ministère se réserve le droit de modifier la liste des épaisseurs calculées à la suite de

15 | Ouvrages d'art

l'évaluation de la capacité de la structure. Le cas échéant, la liste révisée est alors remise à l'entrepreneur au plus tard 5 jours après la réception des documents complets de l'entrepreneur.

L'enrobé mis en place sur une partie seulement de la dalle dans le cadre de travaux de remplacement d'un joint de tablier par un nouveau joint ou par un joint dalle sur culée, d'élimination d'un joint de tablier à une pile ou de réfection des côtés extérieurs d'une structure doit être de type ESG-10. Les granulats et le bitume entrant dans la composition de cet enrobé doivent être conformes aux plans et devis.

La température de surface de l'enrobé de correction doit être inférieure à la température haute (H) de la classe de performance PG Hn-L associée au bitume utilisé dans la formule de mélange, ou l'enrobé doit être suffisamment refroidi après sa compaction pour ne pas se déformer, se fissurer ou s'endommager si des équipements y circulent lors de la pose de la couche de correction suivante.

Le joint longitudinal de la couche de correction située immédiatement sous la couche de surface doit être décalé d'une distance minimale de 150 ± 50 mm de celui qui est prévu pour la couche de surface.

La compacité de chacune des couches de correction doit être obtenue en effectuant au moins 4 passages aller-retour de rouleau à pneus ou de rouleau combiné (acier-pneus) sur toute la surface en enrobé mise en place, en plus du compactage effectué avec les rouleaux d'acier. Par contre, la compacité de l'enrobé mis en place sur une partie seulement de la dalle dans le cadre de travaux de remplacement d'un joint de tablier par un nouveau joint ou par un joint dalle sur culée, d'élimination d'un joint de tablier à une pile ou de réfection des côtés extérieurs d'une structure doit être obtenue en effectuant 4 passages aller-retour de plaque vibrante ayant une masse minimale de 75 kg.

L'entrepreneur doit vérifier le drainage des eaux de ruissellement en arrosant le dessus de la couche de correction à l'enrobé avec de l'eau propre. Au besoin, les profils transversal et longitudinal corrigés à l'aide de la couche de correction à l'enrobé doivent être recorrectés avant de procéder à la pose de la couche de surface.

L'entrepreneur doit également s'assurer d'obtenir en tout point, y compris la zone attenante aux épaulements des joints de tablier, la hauteur minimale nécessaire à la pose de la couche de surface.

b) Couche de surface

L'épaisseur de la couche de surface doit être de 40 mm en tout point.

Pour la couche de surface et à moins d'une indication contraire dans les plans et devis, l'entrepreneur utilise un enrobé de type EG-10 ou ESG-10.

La température de surface de l'enrobé de correction ou du rapiéçage doit être inférieure à la température haute (H) de la classe de performance PG Hn-L associée au bitume utilisé dans la formule de mélange, ou l'enrobé doit être suffisamment refroidi après sa compaction pour ne pas se déformer, se fissurer ou s'endommager si des équipements y circulent lors de la pose de la couche de surface.

L'enrobé est mis de front en une ou plusieurs bandes sur toute la largeur recouverte, selon les dispositions prévues dans les phases de travaux. Tout joint longitudinal entre les bandes de la couche de surface doit être localisé à la ligne de démarcation des voies de circulation.

Lorsque les travaux de construction ou de réparation de dalle sont effectués en phases ou lorsque la température de l'enrobé de la bande précédente passe sous 40°C avant la mise en place de la nouvelle bande adjacente, l'entrepreneur doit réaliser au préalable un trait de scie d'une profondeur jusqu'à 10 mm au-dessus de la couche d'enrobé sous-jacente pour enlever l'excès d'enrobé le long du joint longitudinal et permettre d'appuyer le nouvel enrobé sur une face verticale.

L'enrobé doit être posé de façon à former une dépression régulière de 25 mm vers les drains, et ce, sur une distance de 500 mm sur leurs pourtours sans toutefois dépasser l'accotement. Autour des drains, l'entrepreneur doit utiliser un équipement adapté, comme un pilon d'une surface maximale de 300 cm^2 (manuel d'au moins 10 kg ou mécanique) ou une plaque vibrante ayant une masse minimale de 75 kg, pour compacter et lisser l'enrobé.

Aux autres zones restreintes inaccessibles au rouleau compacteur d'au moins 10 t, notamment le long des bordures et aux extrémités des joints de tablier, l'entrepreneur doit utiliser un rouleau compacteur de masse inférieure à 10 t combiné à l'emploi d'une plaque vibrante d'une masse minimale de 75 kg.



15 | Ouvrages d'art

Le profil final de l'enrobé doit être $5\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ au-dessus du joint de tablier. Cette mesure est prise directement de chaque côté du joint.

Toute circulation est interdite sur l'enrobé nouvellement posé avant que les opérations de compactage soient terminées et que la température de surface de l'enrobé ne soit inférieure à la température haute (H) de la classe de performance PG Hn-L (52, 58 ou 64°C) associée au bitume utilisé dans la formule de mélange. L'entrepreneur doit effectuer, comme indiqué aux plans et devis, un trait de scie de 6 mm de largeur sur 20 mm de profondeur sur la couche de surface à toute extrémité de pont n'ayant pas de joint de tablier ou ayant un joint de tablier avec épaulements en acier. Aucun trait de scie ne peut être fait sur l'enrobé dans les 24 heures suivant la pose.

Le profil de l'enrobé doit assurer un drainage complet des eaux de ruissellement. Toute surface non conforme doit être corrigée par planage et la mise en place d'un nouvel enrobé de même type.

15.11.3.3.2 Mise en place de l'enrobé sur une nouvelle dalle

Sur une nouvelle dalle, la mise en place d'enrobé est effectuée en une seule couche. Les exigences concernant la mise en place de cette couche unique sont les mêmes que celles d'une couche de surface sur une dalle existante, à l'exception :

- de l'épaisseur de cette couche unique, qui doit être de 65 mm;
- de la réalisation au préalable d'un trait de scie, d'une profondeur allant jusqu'à 25 mm au-dessus de la membrane d'étanchéité, pour enlever l'excès d'enrobé le long du joint longitudinal, lorsque les travaux sont effectués en phases ou lorsque la température de l'enrobé de la bande précédente passe sous 40°C avant la mise en place de la nouvelle bande d'enrobé adjacente.

Lorsqu'il n'est pas possible de poser la membrane d'étanchéité pendant la période autorisée, l'entrepreneur doit poser un enrobé temporaire sur la dalle propre, sèche en surface et suivant une période de 24 heures sans précipitations après l'enlèvement complet de toute eau stagnante.

Cet enrobé, de type ESG-10, est posé sur la dalle du pont en une seule couche, sans application préalable de liant d'accrochage. L'enrobé doit avoir une épaisseur comme indiqué aux plans et devis et comporter, s'il y a lieu, une transition de 0,5 % à proximité des joints de tablier.

Les granulats et le bitume entrant dans la composition de cet enrobé sont :

- gros granulats de caractéristiques intrinsèques de catégorie 3 et de caractéristiques de fabrication de catégorie C;
- granulats fins de caractéristiques intrinsèques de catégorie 2;
- bitume de classe de performance PG 58S-28.

Après le 15 mai, l'entrepreneur doit enlever l'enrobé temporaire par décapage avant de procéder à la mise en œuvre de la membrane d'étanchéité et du nouvel enrobé.

15.11.4 MODE DE PAIEMENT

15.11.4.1 Décapage

Les travaux de décapage sont payés au mètre carré. Le prix couvre notamment l'enlèvement de l'enrobé, de la membrane d'étanchéité existante et de l'enrobé temporaire ainsi que la mise au rebut des matériaux provenant du décapage, et il inclut toute dépense incidente.

Lorsque le décapage ne fait l'objet d'aucun article au bordereau, tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage sont inclus dans le prix des ouvrages pour lesquels le décapage est exigé.

15.11.4.2 Correction par planage

La correction par planage est payée conformément au mode de paiement de la section « Revêtement de chaussée en enrobé », avec les précisions suivantes :

- aux endroits où il y a un manque d'adhérence entre l'enrobé et le substrat, les travaux de décapage sont inclus dans le prix du planage;
- les enrobés utilisés pour le rapiéçage sont payés selon le mode prévu pour l'enrobé préparé et posé à chaud dans cette section.

15.11.4.3 Enrobé préparé et posé à chaud

Les enrobés, y compris ceux utilisés pour la confection de bordures en enrobé, sont payés selon le mode prévu à la section « Revêtement de chaussée en enrobé ». Par contre, les enrobés mis en place sur une partie seulement de la dalle dans le cadre de travaux de remplacement d'un joint de tablier par un nouveau joint ou par un joint dalle sur culée, d'élimination d'un joint de tablier à une pile ou de réfection des côtés extérieurs d'une structure sont payés au mètre carré selon les mêmes modalités.

15 | Ouvrages d'art

L'enrobé temporaire est payé par le Ministère pour la période couverte par les délais prévus au contrat. Les frais engagés par l'entrepreneur en dehors de ces délais sont à sa charge. Lorsque le Ministère paie l'enrobé temporaire, il paie aussi l'enlèvement de cet enrobé par décapage.

L'application de liant d'accrochage ne fait l'objet d'aucun article au bordereau. Tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage sont inclus dans le prix des enrobés, y compris notamment la fourniture du liant, son transport, son application et, si nécessaire, son chauffage et l'utilisation d'un rupteur, et ils incluent toute dépense incidente.

Les traits de scie ne font l'objet d'aucun article au bordereau. Tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage, incluant le maintien de la circulation et de la signalisation ainsi que la mise en œuvre, sont inclus dans le prix des enrobés.

15.12 MURS DE SOUTÈNEMENT HOMOLOGUÉS

La conception, la fabrication et la mise en œuvre d'un mur homologué doivent être conformes aux exigences de l'avis technique pertinent. L'avis technique est disponible sur le site Web du Ministère. Les éléments préfabriqués en béton des murs de soutènement homologués doivent être conformes aux exigences de la sous-section «Ouvrages en béton préfabriqués».

L'entrepreneur doit vérifier si le type de mur à construire est l'objet de brevets déposés au Canada. Si c'est le cas, il doit se conformer aux exigences légales régissant leur exploitation.

15.12.1 DOCUMENTS REQUIS

L'entrepreneur doit fournir au surveillant la fiche de conception, les plans d'atelier et le devis de construction du mur à construire. La fiche de conception doit être rédigée à partir du formulaire de l'annexe «Fiche de conception – murs de soutènement homologués» du devis. Le devis de construction doit préciser la méthode de travail, l'équipement nécessaire à la mise en place du mur ainsi que les spécifications des matériaux du remblai et du coussin de support en fonction des exigences du fournisseur. La fiche de conception doit être signée par un ingénieur, et les autres documents doivent être signés et scellés par un ingénieur. Tous ces documents doivent être vérifiés et signés par un ingénieur autre que le concepteur.

La fiche de conception et le devis de construction doivent être transmis dans les mêmes délais que ceux prévus pour les plans d'atelier.

En cas de contradiction ou de divergence entre les exigences de la présente section et celles du devis de construction du mur homologué, les exigences les plus sévères s'appliquent.

15.12.2 EXIGENCES DE CONCEPTION

15.12.2.1 Fiche

La fiche est la hauteur du mur dans le sol comprise entre le dessous du mur et le niveau du remblai à l'avant du mur auquel doit correspondre un palier horizontal d'une largeur minimale de 1 m. La fiche exclut la semelle de réglage ou le coussin de support.

Les fondations du mur doivent être protégées des effets néfastes du gel en prévoyant une fiche appropriée. À moins d'une indication contraire dans l'avis technique pertinent, la fiche minimale doit respecter la profondeur de gel. Aucune fiche minimale n'est requise sur le roc, mais un encastrement de 150 mm doit être prévu pour les fondations du mur.

Pour certains murs, la fiche peut être réduite à 400 mm selon les indications de l'avis technique pertinent.

De plus, lorsque le mur est construit à proximité d'un cours d'eau, la fiche du mur doit tenir compte de l'affouillement ainsi que des indications aux plans et devis.

15.12.2.2 Géométrie

Le dessus du mur doit excéder le terrain fini prévu d'au moins 150 mm. La première rangée de blocs, de modules ou d'autres éléments doit toujours être placée horizontalement, et ce, sur toute la longueur du mur.

Lorsqu'elle est indiquée aux plans et devis, la hauteur du mur est donnée en considérant un mur d'épaisseur et d'inclinaison nulles. L'entrepreneur doit établir la hauteur du mur à construire en tenant compte de l'épaisseur au sommet du mur choisi et de son inclinaison.

L'entrepreneur doit tenir compte des courbes horizontales et des équations de chaînage dans la détermination de la longueur réelle du mur à construire.

15 | Ouvrages d'art

15.12.2.3 Épaisseur des inclusions et des ancrages métalliques

Les inclusions métalliques dans le remblai, les ancrages ainsi que leurs amorces doivent être galvanisés à chaud et avoir les dimensions nécessaires pour résister aux efforts de conception durant toute la vie de l'ouvrage. L'entrepreneur doit prévoir des surépaisseurs pour ces éléments selon les indications du chapitre 6 de la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers» afin de compenser les diminutions anticipées des sections par la corrosion.

Lorsque le mur de soutènement est conçu pour des conditions particulières telles qu'une exposition à un milieu marin ou une exposition à des courants parasites, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une note de calcul signée par un ingénieur spécialisé en métallurgie. Cette note doit démontrer que l'épaisseur des inclusions, des ancrages ainsi que les amorces est suffisante pour compenser les pertes de section par l'effet de la corrosion pour la durée de vie prévue de l'ouvrage selon les conditions spécifiques au site.

15.12.2.4 Drainage

L'entrepreneur doit prévoir, de concert avec le fournisseur de mur de soutènement homologué, un système de drainage pour éviter toute accumulation d'eau à l'arrière de la paroi du mur.

Le système de drainage doit notamment tenir compte de l'écoulement des eaux de ruissellement, de la variation de la nappe phréatique et des écoulements souterrains.

Le système de drainage doit être constitué soit de tuyaux disposés à travers la paroi du mur à raison d'un tuyau tous les 10 m² de surface de paroi, soit de drains horizontaux composés de tuyaux perforés recouverts d'une membrane en géotextile et reliés à un dispositif d'évacuation des eaux.

15.12.3 MATÉRIAUX

À moins d'une indication contraire dans l'avis technique pertinent, les matériaux suivants doivent être utilisés.

15.12.3.1 Matériaux granulaires du massif des murs en terre stabilisée mécaniquement (TSM) ou à ancrages multiples

Les matériaux granulaires du massif des murs en TSM ou à ancrages multiples doivent être conformes aux exigences de l'avis technique

pertinent et des caractéristiques intrinsèques et complémentaires des matériaux de sous-fondation de la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement». De plus, les matériaux, avant et après leur mise en œuvre, doivent répondre aux exigences suivantes :

- la granulométrie des matériaux granulaires doit être conforme aux fuseaux granulométriques du tableau II-1 ou du CG 14 ou CG 20 du tableau III-1 de la norme BNQ 2560-114. Toutefois, le fuseau granulométrique du MG 112 s'applique uniquement pour les matériaux granulaires non concassés extraits d'une sablière;
- la grosseur maximale des particules des matériaux granulaires est limitée à 31,5 mm pour des inclusions en géosynthétique et pour des inclusions métalliques recouvertes de PVC ou d'époxy;
- pour les matériaux de type MG 112, CG 14 et CG 20, l'angle de frottement interne doit être d'au moins 34° sur la portion de sol plus fine que 2 mm, tel qu'il est déterminé par des essais au cisaillement direct dont la procédure est décrite dans la norme AASHTO T236 «Standard Method of Test for Direct Shear Test of Soils under Consolidated Drained Conditions». L'essai est effectué sur un échantillon de sol densifié à 90 % de la masse volumique sèche maximale et à la teneur en eau optimale déterminée selon la norme CAN/BNQ 2501-255 «Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée (2700 kN•m/m³)». Si la proportion du sol plus fine que 2 mm est inférieure à 60 % de la masse totale de l'échantillon soumis à l'essai, l'angle de frottement interne du sol doit être déterminé au moyen d'une boîte de cisaillement de 300 mm x 300 mm en écrétant les particules supérieures à 20 mm. Dans le cas où l'essai CAN/BNQ 2501-255 ne peut pas être effectué en raison d'un pourcentage trop élevé de particules plus grandes que 20 mm, l'échantillon de sol est densifié à la masse volumique représentative de la mise en place des matériaux. Lorsque 60 % des particules d'un matériau ont un diamètre supérieur à 20 mm, l'angle de frottement est considéré comme adéquat et aucun essai de cisaillement n'est requis;



15 | Ouvrages d'art

- les critères électrochimiques pour des inclusions métalliques doivent être conformes au tableau suivant :

Critère	Exigences		Méthode d'essai
	Min.	Max.	
Résistivité ($\Omega \cdot \text{cm}$)	3000	—	AASHTO T288
pH	5	10	AASHTO T289
Chlorures (ppm)	—	100	AASHTO T291 méthode A, art. 13.1 Dosage MA.300 - lons 1,3 ⁽¹⁾
Sulfates (ppm)	—	200	AASHTO T290 Dosage MA.300 - lons 1,3 ⁽¹⁾
Matières organiques %	—	0,8	LC 31-228 ⁽²⁾

- Méthodes du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.
- Sablières ou risque de contamination seulement.

- les critères électrochimiques pour des inclusions en géosynthétique doivent être conformes au tableau suivant :

Critère	Exigences		Méthode d'essai
	Min.	Max.	
pH	4,5	9	AASHTO T289
Matières organiques %	—	0,8	LC 31-228 ⁽²⁾

- Méthodes du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.
- Sablières ou risque de contamination seulement.

15.12.3.2 Matériaux granulaires du remblai des autres murs homologués

Les matériaux granulaires du remblai des autres murs homologués doivent être conformes aux exigences de la sous-section « Fondations » de la présente section.

15.12.3.3 Autres matériaux

Les blocs remblais doivent être conformes à la norme 3403 du Ministère.

Les boulons doivent être conformes à la norme ASTM F3125/F3125M « Standard Specification for High Strength Structural Bolts and Assemblies, Steel and Alloy Steel, Heat Treated, Inch Dimensions 120 ksi and 150 ksi Minimum Tensile Strength, and Metric Dimensions 830 MPa and 1040 MPa Minimum Tensile Strength », de grade A325 et de type 1 galvanisés.

Les géotextiles doivent être conformes à la norme BNQ 7009-210 « Géotextiles utilisés en génie routier – Classification, caractéristiques et méthodes d'essai » et être du grade indiqué à l'avis technique pertinent.

Les géogrilles doivent être conformes aux exigences du tableau 11.10.6.4.2b-1 de la norme AASHTO LRFD « Bridge Design Specifications ».

Les tuyaux utilisés pour les drains perforés doivent correspondre aux exigences pour les tuyaux en thermoplastique de la section « Fondations de chaussée ».

Les matériaux filtrants utilisés dans les systèmes de drainage doivent être composés de granulats 20 à 5 mm ou de tout calibre compris entre 5 et 40 mm et conformes aux exigences de la norme 2104 du Ministère.

15.12.4 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

15.12.4.1 Matériaux granulaires du massif des murs en terre stabilisée mécaniquement (TSM) ou à ancrages multiples

15.12.4.1.1 Attestation de conformité

Pour chaque source de matériaux granulaires et au moins 7 jours avant la première livraison, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité répondant aux exigences de l'attestation de conformité des matériaux de sous-fondation de chaussée de la section « Fondations de chaussée », avec les précisions suivantes :

- les résultats des essais de cisaillement direct et de l'angle de frottement interne, lorsque requis;
- les résultats complets des critères électrochimiques.

15.12.4.1.2 Contrôle de réception

Le Ministère effectue un contrôle de réception sur les matériaux granulaires du massif des murs en TSM ou à ancrages multiples selon les exigences

15 | Ouvrages d'art

concernant le contrôle de réception des matériaux de fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée», avec les précisions suivantes :

- chaque lot représente une surface de 1000 m² de couches de matériaux granulaires mis en place. Un seul lot pour un mur est constitué lorsque la surface totale des couches est inférieure à 1000 m²;
- un lot est jugé conforme lorsque la moyenne des 3 résultats granulométriques (ou des 6 résultats s'il y a eu exercice d'un droit de recours de l'entrepreneur) répond entièrement aux exigences pour les tamis de 5 mm et 80 µm et que la compacité mesurée est conforme;
- un lot est rejeté pour un matériau granulaire de type MG 112 lorsque la différence entre la moyenne des 3 résultats granulométriques (ou des 6 résultats s'il y a eu exercice d'un droit de recours de l'entrepreneur) et les valeurs stipulées excède un des écarts critiques (E_c) prévus pour les matériaux de sous-fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée»;
- la première phrase de l'article sur le recours de l'entrepreneur prévu pour le contrôle de réception des matériaux de fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée» est annulée. Si l'entrepreneur veut exercer son droit de recours, il doit engager un laboratoire indépendant qui doit prélever des échantillons lors des travaux.

15.12.4.2 Matériaux granulaires du remblai des autres murs de soutènement homologués

15.12.4.2.1 Attestation de conformité

Pour chaque source de matériaux granulaires du remblai des murs autres que les murs en TSM ou à ancrages multiples et au moins 7 jours avant la première livraison, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité répondant aux exigences de l'attestation de conformité des matériaux de sous-fondation de chaussée de la section «Fondations de chaussée».

15.12.4.3 Géotextiles

Les géotextiles doivent répondre aux exigences d'assurance de la qualité des géotextiles de la section «Fondations de chaussée».

15.12.4.4 Géogrilles

15.12.4.4.1 Attestation de conformité

Pour chaque livraison de géogrilles et au moins 7 jours avant leur utilisation, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom et l'adresse du fabricant;
- la désignation commerciale;
- le type de polymère utilisé;
- le procédé de fabrication;
- les dimensions des rouleaux;
- le numéro du lot de production. Le numéro du lot de production doit être facilement repérable sur le bon de livraison et sur les rouleaux;
- les résultats des essais sur :
 - ♦ la résistance à la traction,
 - ♦ la résistance aux rayons ultraviolets;
- le nom du laboratoire enregistré chargé de réaliser ces analyses et essais.

Un lot de production est constitué d'un ou de plusieurs rouleaux de géogrilles de même type et de même nature, présentant les mêmes caractéristiques et fabriqués en continu avec la même machine et le même lot de matière première. De plus, la superficie maximale d'un lot est limitée à 3000 m².

15.12.4.5 Blocs remblais

Le Ministère effectue un contrôle de réception sur les blocs remblais en prélevant au hasard, lors de la livraison au chantier, 3 blocs remblais par lot de 1000 m² de façade de mur de soutènement homologué ou par contrat lorsque la superficie totale à installer est inférieure à 1000 m². Les essais réalisés sur ces blocs portent sur la résistance à la compression et sur la durabilité aux cycles de gel-dégel avec déglacant conformément à la norme 3403 du Ministère.

15.12.4.6 Drains perforés

Les tuyaux utilisés pour les drains perforés doivent répondre aux exigences d'assurance qualité des tuyaux en polyéthylène (PE) de la sous-section «Ponceaux préfabriqués».

15.12.5 MISE EN ŒUVRE

L'entrepreneur doit exécuter les travaux avec l'assistance d'un représentant qualifié du fournisseur du mur et doit aviser le surveillant par écrit, au moins 24 heures à l'avance, en précisant la date

15 | Ouvrages d'art

et l'heure du début de l'installation des éléments du mur. L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 7 jours avant le début de la mise en place des éléments du mur, le nom de ce représentant. Le représentant doit être présent à la réunion de chantier précédant l'installation du mur de soutènement homologué et doit aborder la procédure de mise en place. Il doit aussi être présent au début de la mise en place des premiers éléments structuraux du mur et au besoin par la suite.

Les fixations temporaires (telles que pour une plateforme de travail) sur la paroi des murs homologués sont interdites.

15.12.5.1 Excavations

À moins d'indication contraire à l'avis technique pertinent, les excavations doivent être réalisées conformément aux exigences de la sous-section « Fondations » de la présente section.

Dans le cas d'un mur en TSM ou à ancrages multiples, la largeur du fond des excavations doit être égale à la distance entre la face avant de la paroi du mur, de la semelle de régalage ou du coussin de support, lorsque l'un ou l'autre de ces éléments est requis, et un point situé à 300 mm au-delà de l'extrémité libre des inclusions ou des ancrages.

15.12.5.1.1 Fond des excavations

Dans le cas de murs ayant une fiche d'au moins 400 mm, le fond des excavations doit être densifié sur une profondeur de 150 mm à un minimum de 95 % de la masse volumique sèche maximale déterminée selon la norme CAN/BNQ 2501-255 « Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée ($2700 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}^3$) », sauf si le sol de fondation sous le mur est remplacé par un matériau granulaire.

Le Ministère vérifie la compacité de chaque couche de matériaux à l'aide du nucléodensimètre selon la méthode décrite pour le contrôle de réception du compactage des matériaux de la section « Terrassements ».

15.12.5.2 Coussin de support

À moins d'indication contraire à l'avis technique pertinent, le coussin de support doit être réalisé conformément aux exigences de la sous-section « Fondations » de la présente section.

Le matériau granulaire doit être de type MG 20 ou MG 56 selon les exigences de l'avis technique pertinent.

15.12.5.3 Remplissage des excavations et remblai

À moins d'indication contraire à l'avis technique pertinent, le remplissage des excavations et la mise en place du remblai doivent être réalisés conformément aux exigences de la sous-section « Fondations » de la présente section.

15.12.5.3.1 Mise en place des matériaux granulaires du massif des murs en terre stabilisée mécaniquement (TSM) ou à ancrages multiples

Chaque lit d'inclusions ou chaque lit d'ancrages multiples est déposé sur les matériaux granulaires du remblai une fois ces derniers compactés selon les exigences de la compacité en chantier des matériaux de sous-fondation de la section « Fondations de chaussée », avec les précisions suivantes :

- toute circulation d'engins de transport et de compacteurs directement sur les inclusions ou sur les ancrages multiples est interdite;
- le régalage et le compactage doivent être faits par couches uniformes d'une épaisseur maximale de 300 mm après compactage;
- le degré de compacité des matériaux est d'un minimum de 95 % lorsque la masse volumique sèche maximale est déterminée selon la norme CAN/BNQ 2501-255 « Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée ($2700 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}^3$) »;
- dans la zone adjacente à la paroi, sur 1500 mm de largeur, le compactage doit être fait avec des équipements dont la masse par mètre de largeur est inférieure à 800 kg. La force totale appliquée ne doit pas dépasser 50 kN.

15.12.5.4 Construction de la paroi en blocs de béton imbriqués

Un géotextile doit recouvrir toute la surface intérieure de la paroi; l'assemblage des nappes doit répondre aux exigences pour les géotextiles de la section « Fondations de chaussée ».

Les vides entre les blocs et le géotextile doivent être remplis avec un granulat 20 à 5 conforme aux exigences de la norme 2104 du Ministère, et ce, après leur mise en œuvre.

Le couronnement du mur doit être relié à la dernière rangée de blocs à l'aide d'une colle époxy conforme à la norme ASTM C881/C881M « Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding Systems for Concrete ».



15 | Ouvrages d'art

15.12.5.5 Géométrie

À moins d'une indication contraire dans l'avis technique pertinent, le parement du mur doit être uni, sans aspérités ni bombement vers l'extérieur. L'alignement horizontal ne doit pas dévier de la ligne théorique de plus de 15 mm sur une longueur de 3 m; l'écart toléré d'inclinaison ou de verticalité du parement est de 5 mm pour chaque mètre de hauteur. De plus, le mur ne doit jamais présenter une inclinaison vers l'avant.

L'ouverture libre entre un mur et une structure coulée en place ou préfabriquée doit être de 12 mm avec une tolérance de ± 8 mm.

15.12.6 MODE DE PAIEMENT

Les murs de soutènement homologués sont payés au mètre selon l'axe horizontal du parement d'après les dimensions théoriques décrites aux plans et devis. Le prix couvre notamment la conception du mur, la fourniture de tous les matériaux, y compris les matériaux granulaires du massif des murs en TSM ou à ancrages multiples, les excavations et le remplissage des excavations, le coussin de support, le remblai jusqu'au sommet du mur ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

La partie supérieure du mur, notamment le couronnement, le trottoir, la piste cyclable, le chasse-roues ou la glissière en béton, est payée au mètre selon l'axe horizontal du parement d'après les dimensions théoriques décrites aux plans et devis. Le prix couvre notamment la conception de l'élément, la fourniture de tous les matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

15.13 PONCEAUX PRÉFABRIQUÉS

15.13.1 DOCUMENTS REQUIS

Dans le cas des ponceaux homologués, l'entrepreneur doit fournir au surveillant la fiche de conception, les plans d'atelier et le devis de construction du ponceau à construire, y compris pour les semelles ou le radier. La fiche de conception doit être rédigée à partir du formulaire de l'annexe «Fiche de conception – ponceaux homologués» du devis. Le devis de construction doit préciser la méthode de travail, l'équipement nécessaire à la mise en place du ponceau ainsi que les spécifications des matériaux du remblai et du coussin de support en fonction des exigences du fournisseur.

Dans le cas des tuyaux en tôle forte ondulée, l'entrepreneur doit fournir au surveillant la note de calcul, les plans d'atelier et le plan de montage.

La note de calcul ou la fiche de conception, selon le type de ponceau, doit être signée par un ingénieur, et les autres documents doivent être signés et scellés par un ingénieur. À l'exception du plan de montage des tuyaux en tôle forte ondulée, tous ces documents doivent être vérifiés et signés par un ingénieur autre que le concepteur.

Lorsque requis, selon le type de ponceau, la fiche de conception et le devis de construction ou la note de calcul et le plan de montage doivent être transmis dans les mêmes délais que ceux prévus pour les plans d'atelier.

En cas de contradiction ou de divergence entre les exigences de la présente section et celles du devis de construction du ponceau homologué, les exigences les plus sévères s'appliquent.

15.13.2 EXIGENCES DE CONCEPTION

La longueur minimale d'un élément d'un ponceau en béton armé préfabriqué doit être de 1000 mm. La longueur maximale doit tenir compte des contraintes de fabrication, de manutention, de transport et de mise en place. Dans le cas des éléments d'extrémité d'un ouvrage en biais ou d'un changement de direction dans l'alignement du ponceau, la longueur minimale du plus petit côté de l'élément peut varier entre 600 mm et 1000 mm, à la condition que le côté le plus long mesure au moins 1000 mm; à défaut de satisfaire à ces critères, ces éléments doivent être bétonnés en place.

Lorsque des cavités dans les parois de l'ouvrage sont nécessaires pour manipuler les éléments, la profondeur de ces cavités doit être inférieure à l'épaisseur des parois de l'élément.

Les éléments d'extrémité des tuyaux en béton doivent avoir une longueur minimale de 1000 mm.

Toute l'armature à l'intérieur d'un chasse-roue, d'un trottoir, d'une piste cyclable ou d'une glissière, prévue sur un ponceau, doit être galvanisée, y compris les barres de jonction installées dans les éléments du ponceau.

La conception des tuyaux en béton ou en tôle dont la portée est supérieure à 3 m doit être conforme au chapitre 7 de la norme CSA S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers».



15 | Ouvrages d'art

15.13.2.1 Ponceaux homologués

La conception, la fabrication et la mise en œuvre d'un ponceau homologué doivent être conformes aux exigences prévues dans l'avis technique pertinent. Les éléments préfabriqués en béton des ponceaux homologués doivent être conformes aux exigences de la sous-section «Ouvrages en béton préfabriqués».

L'avis technique est disponible sur le site Web du Ministère.

L'entrepreneur doit vérifier si le type de ponceau à construire est l'objet de brevets déposés au Canada. Si c'est le cas, il doit se conformer aux exigences légales régissant leur exploitation.

15.13.3 MATÉRIAUX

15.13.3.1 Matériaux granulaires

Les matériaux granulaires de remplissage des excavations et de la mise en place du remblai des ponceaux préfabriqués doivent être conformes aux exigences pour les matériaux de sous-fondation de la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement» et «Partie III : Coussin granulaire, enrobage, couche anticontaminante et couche filtrante», et ce, avant et après leur mise en œuvre. Dans le cas des ponceaux homologués, à moins d'une indication contraire dans l'avis technique, les matériaux doivent également répondre aux exigences suivantes :

- les matériaux doivent être conformes aux fuseaux granulométriques des MG 20, CG 20 ou CG 14, et ce, jusqu'à une hauteur de 600 mm au-dessus de l'ouvrage;
- dans le cas des ponceaux voûtés en tôle ondulée en acier galvanisé, les matériaux du remplissage des excavations et du remblai doivent être conformes aux exigences des critères électrochimiques pour des inclusions métalliques des murs de soutènement homologués de la présente section.

15.13.3.2 Tuyaux en béton

Les tuyaux en béton armé et les tuyaux en béton non armé, y compris les raccords d'un assemblage par emboîtement, doivent être conformes à la norme BNQ 2622-126 «Tuyaux et branchements latéraux monolithiques en béton armé et non armé pour l'évacuation des eaux d'égout domestique et pluvial».

15.13.3.3 Tuyaux en tôle ondulée, nervurée ou en tôle forte ondulée

Les tuyaux en tôle et les manchons d'accouplement doivent être conformes à la norme 7101 du Ministère.

Les soudures doivent être conformes aux spécifications de la norme CSA W59 «Constructions soudées en acier».

15.13.3.4 Tuyaux en polyéthylène

Les tuyaux en polyéthylène (PE) à profil ouvert, y compris les emboîtements et les manchons d'accouplement, doivent être conformes à la norme BNQ 3624-120 «Tuyaux à profil ouvert et à paroi intérieure lisse en polyéthylène (PE) et raccords en polyéthylène (PE) pour les égouts pluviaux, les ponceaux et le drainage des sols», de type 1, de classe A et de catégorie respectant le tableau 1 de cette norme BNQ.

Les tuyaux en polyéthylène (PE) à profil fermé doivent être conformes à la norme ASTM F894 «Standard Specification for Polyethylene (PE) Large Diameter Profile Wall Sewer and Drain Pipe» et doivent avoir une constante de rigidité circonférentielle (*Ring Stiffness Constant* (RSC)) de 160 pour les diamètres de 840 mm et moins, et de 250 pour les diamètres supérieurs à 840 mm.

Pour les tuyaux en polyéthylène à joints vissés, le lubrifiant utilisé pour l'assemblage doit être un produit de type alimentaire.

15.13.3.5 Géotextiles

Les géotextiles doivent être de grade S1-F2 et conformes à la norme BNQ 7009-210 «Géotextiles utilisés en génie routier – Classification, caractéristiques et méthodes d'essai» et, dans le cas des ponceaux homologués, être du grade indiqué à l'avis technique pertinent.

15.13.3.6 Membrane d'étanchéité

La membrane d'étanchéité doit être conforme à la norme 3701 du Ministère.

15.13.3.7 Joint flexible prémoulé

Le joint flexible prémoulé (cordon de butyle) doit être conforme aux exigences de la norme ASTM C990 «Standard Specification for Joints for Concrete Pipe, Manholes, and Precast Box Sections Using Preformed Flexible Joint Sealants», à l'exclusion des sections 7 et 10 de cette norme.

La fiche descriptive du produit doit être fournie avec le plan d'atelier du ponceau.

15 | Ouvrages d'art

15.13.4 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

15.13.4.1 Matériaux granulaires

15.13.4.1.1 Attestation de conformité

Pour chaque source de matériaux granulaires et au moins 7 jours avant la première livraison, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité répondant aux exigences de l'attestation de conformité des matériaux de sous-fondation de chaussée de la section « Fondations de chaussée ».

Dans le cas des ponceaux voûtés en tôle ondulée en acier galvanisé homologués, l'attestation de conformité doit aussi comprendre les résultats complets des critères électrochimiques.

15.13.4.1.2 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, il est réalisé selon les exigences concernant le contrôle de réception des matériaux granulaires du massif des murs remblais renforcés ou à ancrages multiples pour les murs de soutènement homologués de la présente section.

15.13.4.2 Certification de l'usine de fabrication des tuyaux

Les tuyaux circulaires en béton armé et les tuyaux circulaires en béton non armé doivent être produits par un fabricant dont l'usine détient un certificat de conformité délivré par le BNQ conformément au protocole de certification BNQ 2622-951 « Tuyaux et branchements latéraux monolithiques en béton armé et non armé, et regards d'égout, puisards, chambres des vannes et postes de pompage préfabriqués en béton armé – Protocole de certification ».

Les tuyaux en tôle d'acier ondulée, y compris les manchons d'accouplement, doivent être produits par un fabricant dont l'usine détient un certificat de conformité délivré par le BNQ, conformément au protocole de certification BNQ 3311-910 « Tuyaux en tôle d'acier ondulée – Protocole de certification ».

Les tuyaux en polyéthylène, y compris les emboîtements et les manchons d'accouplement, doivent être produits par un fabricant dont l'usine détient un certificat de conformité délivré par le BNQ conformément au protocole de certification BNQ 3624-907 « Tuyaux et raccords en polyéthylène (PE) – Protocole de certification ».

15.13.4.3 Tuyaux en tôle ondulée, nervurée ou en tôle forte ondulée

15.13.4.3.1 Attestation de conformité

Sauf pour les tuyaux en tôle d'acier ondulée certifiés par le BNQ, l'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 7 jours avant chaque livraison, une attestation de conformité contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom du fabricant;
- la date et le lieu de fabrication;
- la catégorie, la forme et les dimensions nominales y inclus l'épaisseur de la tôle;
- le nom du fournisseur de la tôle;
- le numéro de coulée;
- le numéro de bobine;
- les propriétés chimiques de la tôle;
- les propriétés mécaniques de la tôle forte;
- le type de revêtement et sa masse surfacique;
- la résistance à la traction du joint;
- le numéro du lot de production.

Un lot de production est constitué de tuyaux de même catégorie, de même forme, de mêmes dimensions, provenant d'un même numéro de bobine et d'un même fournisseur de tôle et ayant été fabriqués dans les mêmes conditions.

15.13.4.3.2 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en :

- un échantillon de tôle mesurant environ 300 mm × 300 mm d'un tuyau, prélevé au hasard, pour réaliser les essais mécaniques et chimiques et déterminer les épaisseurs de la tôle et du revêtement;
- un échantillon de tôle mesurant environ 100 mm × 200 mm d'un tuyau, prélevé au hasard, pour réaliser les essais de résistance latérale du joint.

15.13.4.4 Tuyaux en polyéthylène

15.13.4.4.1 Attestation de conformité

Pour chaque livraison de tuyaux en polyéthylène, l'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 7 jours avant chaque livraison, une attestation de conformité contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom du fabricant;
- la date et le lieu de fabrication;

15 | Ouvrages d'art

- la classe, le type (perforé ou non perforé), la catégorie et les dimensions nominales;
- le numéro du lot de production.

Un lot de production est constitué de tuyaux de même classe, de même type, de même catégorie, de mêmes dimensions et ayant été fabriqués au cours d'une production totale continue et dans les mêmes conditions.

15.13.4.4.2 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en 1 m de tuyau prélevé au hasard parmi ceux entreposés au chantier.

15.13.4.5 Géotextiles

Les géotextiles doivent répondre aux exigences d'assurance de la qualité des géotextiles de la section « Fondations de chaussée ».

15.13.4.6 Membrane d'étanchéité

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste :

- en 1 l de couche d'accrochage provenant d'un contenant scellé dont le contenu a été préalablement homogénéisé;
- en 1 m² de membrane prélevé à partir d'un rouleau.

15.13.5 MISE EN ŒUVRE

La manutention, l'entreposage et le transport de tous les éléments doivent être effectués de façon à éliminer les risques d'écaillage, de fissures et de contrainte en flexion. Des dispositions particulières doivent être prises afin d'éviter d'endommager les tuyaux en béton non armé lors de la manipulation sur le chantier.

Les tuyaux en tôle ondulée, nervurée ou en tôle forte ondulée doivent être manipulés avec soin de façon à protéger le revêtement métallique. Des dispositions particulières doivent être prises afin d'éviter toute déformation; les tuyaux tordus ou déformés doivent être rejetés. Les dommages causés au revêtement de zinc doivent être réparés selon les exigences relatives à la galvanisation de la section « Ouvrages d'art ». Les dommages causés au revêtement d'aluminium doivent être réparés selon ces mêmes exigences, à l'exception des surfaces endommagées dont la largeur est supérieure à 2,5 cm et les pièces dont la surface endommagée totalise plus de 0,5 % de la surface totale de la pièce, qui doivent être réparées uniquement par métallisation.

Les éléments doivent être assemblés et posés suivant les alignements et les niveaux prévus, en commençant par l'extrémité aval de l'ouvrage. L'entrepreneur doit réaliser l'assise avec la précision requise pour assurer la fermeture des joints entre tous les éléments de l'ouvrage. Pour les tuyaux en béton, l'espacement à l'emboîtement ne doit pas être supérieur à 12 mm pour les tuyaux ayant un diamètre nominal de 1200 mm et moins, et à 20 mm pour les diamètres supérieurs. Pour les tuyaux en tôle ondulée, l'espacement entre les deux tuyaux à l'intérieur du manchon ne doit pas être supérieur à 12 mm pour les tuyaux de moins de 900 mm de diamètre, à 20 mm pour les diamètres compris entre 900 mm et 2200 mm, et à 25 mm pour les diamètres supérieurs. Pour les tuyaux en polyéthylène, aucune ouverture entre les joints n'est permise.

Dans le cas des ponceaux homologués et des tuyaux en tôle forte d'acier ondulée, l'entrepreneur doit exécuter les travaux avec l'assistance d'un représentant qualifié du fournisseur de ponceau. L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 7 jours avant le début de la mise en place des éléments du ponceau, le nom de ce représentant. Pour les ponceaux homologués, le représentant doit être présent à la réunion de chantier précédant l'installation du ponceau homologué et doit aborder la procédure de mise en place. Il doit être présent au début de la mise en place des premiers éléments sur le coussin de support ou le fond des excavations et, au besoin, par la suite. Pour les tuyaux en tôle forte d'acier ondulée, le représentant doit être présent au début de la mise en place et de l'assemblage des premiers éléments et au besoin par la suite.

Dans le cas des ponceaux homologués ou préfabriqués ayant une ouverture de 3 m et plus, l'entrepreneur doit aviser le surveillant par écrit, au moins 24 heures à l'avance, en précisant la date et l'heure du début de l'installation du ponceau.

Les ouvertures dans les parois d'un ouvrage doivent être forées à l'aide d'un outil rotatif. Le diamètre du trou doit correspondre à celui de la sellette ou de la bague de raccordement pour garantir l'étanchéité du joint. Le découpage d'un élément doit être réalisé à l'aide d'une scie.

15.13.5.1 Excavations

À moins d'indication contraire à l'avis technique pertinent, les excavations doivent être réalisées conformément aux exigences de la sous-section « Fondations » de la présente section.

15 | Ouvrages d'art

15.13.5.2 Coussin de support

À moins d'indication contraire à l'avis technique pertinent, le coussin de support doit être réalisé conformément aux exigences de la sous-section «Fondations» de la présente section.

Dans le cas des tuyaux utilisés comme ponceaux, un coussin de support en matériaux granulaires doit être mis en place pour égaliser un fond de roc.

15.13.5.3 Remplissage des excavations et remblai

À moins d'indication contraire à l'avis technique pertinent, le remplissage des excavations et la mise en place du remblai doivent être réalisés conformément aux exigences de la sous-section «Fondations» de la présente section.

En tout temps pendant le remblayage des tuyaux en tôle ou en polyéthylène, les déformations limites verticales et horizontales du tuyau doivent être vérifiées. La vérification doit être réalisée par l'entrepreneur, en présence du surveillant. La déformation totale du tuyau en polyéthylène ne doit jamais dépasser 5 % du dégagement vertical maximal et celle du tuyau en tôle ne doit jamais dépasser 5 % du dégagement vertical maximal si la portée est inférieure ou égale à 3 m, et 2 % du dégagement vertical maximal si la portée est supérieure à 3 m. Toute déformation supérieure aux valeurs maximales permises entraîne le rejet du tuyau. La déformation doit être mesurée pendant les travaux de remblayage et à la fin. Si, au cours de la mise en place du remblai au-dessus du tuyau, la déformation excède les valeurs maximales permises, le remblai doit être enlevé et remis en place pour que la déformation du tuyau soit inférieure aux valeurs maximales permises.

15.13.5.4 Montage

Dans le cas des tuyaux en tôle forte d'acier ondulée, le montage doit être fait selon les exigences de la norme CAN/CSA G401 «Tuyaux en tôle ondulée» et selon le plan de montage soumis. Le couple de serrage à appliquer sur les boulons doit se situer entre 200 N•m et 340 N•m.

15.13.5.5 Raccordement des éléments

Le raccordement des éléments d'un ouvrage doit être réalisé soigneusement afin d'empêcher l'infiltration des matériaux granulaires entre les éléments; il ne doit pas y avoir de poussière et de matières étrangères entre les éléments. Dans le cas des tuyaux en tôle ou en polyéthylène, les manchons d'accouplement doivent recouvrir le même nombre d'ondulations ou de nervures de chaque côté du joint.

Une bande de géotextile d'une largeur de 1 m doit être mise en place tout autour des joints des tuyaux non munis de garnitures d'étanchéité et tendue autour des éléments. La bande de géotextile est mise en place autour des éléments avant de déposer ces derniers en place. La longueur de la bande de géotextile doit être égale à 1,3 fois le périmètre de l'ouvrage.

Les joints entre les éléments des ponceaux préfabriqués, à l'exception des tuyaux, doivent être comblés en surface par un joint flexible prémoulé. Le diamètre du joint flexible doit être adapté à l'espace libre à combler entre les deux éléments et le creux laissé par les chanfreins des arêtes. Une fois le joint flexible en place, ce dernier doit permettre d'obtenir une surface uniforme entre les deux éléments et ne doit pas présenter de surépaisseur de plus de 12 mm par rapport à la surface des éléments de part et d'autre du joint.

De plus, lorsque ces joints ne sont pas recouverts d'une membrane d'étanchéité pour dalle, ils doivent être étanchés au moyen de 2 bandes de membrane d'étanchéité pour joints. Les largeurs de ces 2 bandes sont respectivement de 300 et de 500 mm. La bande de 300 mm doit être posée en premier et être centrée sur le joint flexible prémoulé.

Lorsque le joint est un joint à chevauchement, le bout inférieur de la section doit être en aval.

15.13.6 MODE DE PAIEMENT

Les ponceaux préfabriqués sont payés au mètre, depuis le dessous du coussin de support ou de la semelle jusqu'à la ligne d'infrastructure. Le mesurage se fait de façon continue selon leur axe central et jusqu'au centre des regards, puisards et autres tuyaux auxquels ils sont raccordés, ou jusqu'aux extrémités des ouvrages s'ils ne sont pas raccordés. Lorsque les extrémités d'un ponceau sont biseautées, le mesurage se fait sur le fond de l'ouvrage. Lorsque les extrémités d'un ponceau comprennent des murs parafeuilles, des murs en aile ou des murs de tête en béton, ces derniers sont inclus dans les prix du bordereau pour les ponceaux.

Le prix couvre notamment la conception de l'ouvrage lorsque cela est requis, la fourniture des matériaux, les excavations, la préparation de la fondation, le coussin de support, le montage s'il y a lieu, le raccordement des éléments, le remplissage des excavations jusqu'au niveau du sol environnant avant excavation ou jusqu'au niveau de la ligne d'infrastructure, et la mise en place du remblai lorsque la ligne d'infrastructure se situe

15 | Ouvrages d'art

au-dessus du niveau du sol environnant avant excavation ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Dans le cas du remplacement d'un ponceau, le coût des excavations du dessus de la route jusqu'à la ligne d'infrastructure est inclus dans le prix du ponceau.

Lorsqu'il est nécessaire d'aménager une dalle d'ancrage pour y fixer les poteaux d'une glissière semi-rigide avec profilé à double ondulation, le prix du ponceau doit inclure le prix de la fourniture et de l'installation de cette dalle.

15.14 GALVANISATION, MÉTALLISATION ET PEINTURAGE

15.14.1 MESURES DE PROTECTION ENVIRONNEMENTALE POUR TRAVAUX DE MÉTALLISATION OU DE PEINTURAGE EN CHANTIER

Les mesures de protection environnementale s'appliquent aux travaux de métallisation ou de peinture de surfaces d'acier devant être exécutés en chantier.

15.14.1.1 Mise en œuvre

Lorsque les travaux sont exécutés sur le chantier, l'entrepreneur doit fournir au surveillant un plan décrivant les différentes étapes prévues. L'exécution des travaux de protection des surfaces métalliques sur une partie de la structure ne doit altérer en rien la qualité de ceux déjà exécutés ou en voie d'exécution sur une autre partie. Les travaux devant être exécutés sur le chantier doivent être suspendus entre le 1^{er} novembre et le 30 avril.

L'entrepreneur doit remettre au surveillant un plan d'ouvrage provisoire décrivant les détails de conception et de construction des enceintes de confinement ainsi que le dispositif de récupération des résidus provenant des travaux de préparation des surfaces, de métallisation ou de peinture.

L'étude de ce plan par le surveillant porte uniquement sur la vérification des charges imposées à la structure du pont par les enceintes de confinement et non sur la conception des échafaudages et plates-formes constituant les enceintes.

Après la construction de l'enceinte de confinement et après son inspection au chantier par un ingénieur, l'entrepreneur doit remettre au surveillant un avis écrit signé par cet ingénieur indiquant que l'enceinte construite est conforme au plan soumis. Cet avis doit aussi être fourni chaque fois que l'enceinte est déplacée ou modifiée. L'avis doit aussi mentionner la date et l'heure de l'inspection.

Les enceintes de confinement doivent être conçues de façon à pouvoir supporter le poids des résidus pouvant s'accumuler sur le plancher et à ne pas engendrer de contraintes attribuables au vent qui excèdent la capacité du système structural du pont.

Le plan d'ouvrage provisoire doit mentionner les charges verticales et latérales à supporter ainsi que l'emplacement des attaches de la plate-forme sur le pont.

15.14.1.1 Enceintes de confinement

L'entrepreneur doit construire des enceintes de confinement de façon à confiner l'émission de poussières à l'intérieur de ces enceintes et à permettre la récupération de tous les résidus, tels les abrasifs, la rouille, la vieille peinture, le zinc et les surplus de peinture fraîche, générés par les travaux de préparation des surfaces, de métallisation ou de peinture.

Lorsqu'une enceinte de confinement total est stipulée aux plans et devis, l'entrepreneur doit installer un système à pression négative muni d'un dépoussiéreur dans le but de contrôler les poussières et les particules à l'intérieur de l'enceinte. Le système à pression négative doit être opérationnel pendant tous les travaux de nettoyage et de préparation des surfaces, y compris le nettoyage final des surfaces immédiatement avant l'application d'un revêtement protecteur.

Les enceintes doivent être étanches. Les toiles utilisées pour les enceintes doivent être adéquatement renforcées de façon à prévenir leur déchirement ou leur déplacement lorsqu'elles sont soumises aux charges de construction, aux forces du vent ou à d'autres facteurs environnementaux.

Un éclairage auxiliaire doit être disponible et utilisé au besoin pour améliorer la visibilité à l'intérieur des enceintes. Le niveau d'éclairage minimal doit être de 300 lux dans les zones où sont exécutés les travaux.

Si la vitesse du vent est trop élevée pour confiner efficacement les résidus de décapage à l'intérieur des enceintes, l'entrepreneur doit suspendre les travaux de décapage.

L'entrepreneur doit empêcher la fuite de poussières et la perte de résidus à partir du plancher ou des autres composants des enceintes de confinement lorsqu'ils sont déplacés ou démantelés. Le plancher, les murs et les joints des enceintes doivent être nettoyés à l'aide d'un aspirateur avant chaque déplacement ou démantèlement.

Lorsque des abrasifs sont recyclés, aucune fuite n'est permise lors des travaux d'installation,

15 | Ouvrages d'art

de recyclage, de nettoyage et de démantèlement du système de recyclage.

Les résidus se déposant à l'intérieur des enceintes de confinement doivent être récupérés avant la métallisation ou le peinturage.

15.14.1.1.2 Gestion des résidus

Les résidus consécutifs aux travaux de préparation des surfaces, de métallisation ou de peinturage doivent être récupérés dans des contenants fermés hermétiquement, entreposés temporairement sur le chantier, transportés et mis au rebut.

Les résidus caractérisés comme étant des matières dangereuses doivent être mis au rebut en conformité avec les stipulations de la section « Terrassements ». Le transport doit être effectué par un titulaire de permis concernant le transport des matières dangereuses. Les matières dangereuses doivent être accompagnées d'un document d'expédition conforme aux dispositions du Règlement sur le transport des matières dangereuses (RLRQ, chapitre C-24.2, r. 43). Une copie de ce document dûment remplie et signée par l'expéditeur, le transporteur et le destinataire doit être remise au surveillant pour confirmer l'expédition des résidus à partir du chantier et leur réception chez le destinataire autorisé.

Les résidus caractérisés comme étant des matières résiduelles non dangereuses doivent être mis au rebut en conformité avec les stipulations de la section « Terrassements ». Une copie des coupons de pesée doit être remise au surveillant afin de confirmer la réception des résidus au lieu autorisé.

15.14.1.2 Mode de paiement

Les mesures de protection environnementale pour travaux de métallisation ou de peinturage sont payées à prix global. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la mise en œuvre, la récupération des résidus, l'entreposage sur le chantier, le transport ainsi que la mise au rebut des résidus, l'enlèvement complet des enceintes de confinement ainsi que toute dépense incidente. Le prix est payé au prorata des travaux de préparation des surfaces et de métallisation ou de peinturage.

15.14.2 GALVANISATION

La présente section s'applique lorsque la protection de l'acier par galvanisation est stipulée aux plans et devis. Cette section ne s'applique pas aux jonctions mécaniques des barres d'armature, aux boulons, écrous et rondelles en acier, aux éléments de glissement en acier pour glissière de sécurité, aux gabions, aux clôtures métalliques et aux tuyaux en tôle ondulée ou nervurée et en tôle forte ondulée;

la galvanisation de ces éléments est effectuée selon les exigences des normes du Ministère pertinentes.

Le procédé utilisé pour la galvanisation des éléments est la galvanisation à chaud.

15.14.2.1 Matériau

Le zinc utilisé dans le bain de galvanisation doit être conforme à la norme ASTM B6 « Standard Specification for Zinc ». Si un alliage de zinc est utilisé comme matière première dans le bain de galvanisation, le matériau de base utilisé pour fabriquer cet alliage doit être conforme aux exigences de cette norme.

Le métal fondu dans le volume utile du bain de galvanisation doit contenir un minimum de 98,0 % de zinc en poids, conformément à la norme ASTM A123/A123M « Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products ».

15.14.2.2 Assurance de la qualité

15.14.2.2.1 Attestation de conformité

Pour chaque livraison d'éléments en acier galvanisé, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante :

- le nom de l'entreprise de galvanisation;
- la date et le lieu de la galvanisation;
- l'épaisseur du revêtement;
- l'adhérence du revêtement;
- la qualité du revêtement.

Dans le cas des barres d'armature, seuls le nom de l'entreprise et le lieu de galvanisation font partie de l'attestation de conformité. Par contre, pour ce qui est des barres à haute résistance et de leurs accessoires, conformes à la norme ASTM A722/A722M « Standard Specification for High-Strength Steel Bars for Prestressed Concrete », l'information suivante doit aussi être fournie au surveillant :

- le nom du fabricant des barres;
- la confirmation que la nuance de l'acier des barres et des accessoires est ASTM A722/A722M;
- le numéro de lot de production des barres;
- la confirmation que la galvanisation a été réalisée conformément aux normes ASTM A123/A123M « Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products » et ASTM A143/A143M « Standard Practice for Safeguarding Against Embrittlement of Hot-Dip Galvanized Structural Steel Products and Procedure for Detecting Embrittlement ».

15 | Ouvrages d'art

15.14.2.2.2 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, il consiste à faire les essais relatifs à l'épaisseur, à l'adhérence et à la qualité du revêtement selon les exigences de la norme ASTM A123/A123M «Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products». Dans le cas des barres d'armature, ces essais sont réalisés selon les exigences de la norme ASTM A767/A767M «Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Steel Bars for Concrete Reinforcement».

L'évaluation de la surface d'écaillage au droit du rayon de pliage des barres d'armature doit être effectuée seulement à l'aide d'une brosse en acier inoxydable.

15.14.2.3 Mise en œuvre

Dans le cas des barres galvanisées à plier, à l'exception des armatures en spirale, le pliage doit se faire après la galvanisation, alors que la coupe peut être faite avant ou après la galvanisation. À la suite du pliage, la surface totale d'écaillage au droit du rayon de pliage ne doit pas dépasser la section transversale des barres pliées.

Si la coupe des barres se fait après la galvanisation, les extrémités des barres coupées doivent être recouvertes en usine de 2 couches d'un enduit riche en zinc appliqué au pinceau. L'enduit riche en zinc doit avoir une teneur minimale de 87 % de zinc métallique dans le feuillet sec. L'épaisseur totale minimale du feuillet sec d'enduit doit être de 130 µm.

Dans le cas des treillis à mailles soudées à galvaniser, les treillis doivent être en sections droites et de dimensions minimales de 1,2 m × 2,4 m.

15.14.2.3.1 Préparation des surfaces

Les surfaces à galvaniser doivent être propres, exemptes de peinture, de graisse, de rouille, etc. Les dépôts et résidus provenant des travaux de soudage, la calamine et les dépôts de peinture ou de rouille épaisse doivent être enlevés par les procédés appropriés. Le décapage final doit être fait par immersion dans une solution caustique, suivie d'un rinçage à l'eau claire et d'une immersion dans un bain d'acide sulfurique ou chlorhydrique dilué. Après le décapage, les pièces doivent être immergées dans une solution aqueuse de chlorure de zinc et d'ammonium.

15.14.2.3.2 Procédé de galvanisation

La galvanisation doit être faite conformément à la norme ASTM A123/A123M «Standard

Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products». Toutefois, dans le cas :

- des barres d'armature, la galvanisation doit être conforme à la norme ASTM A767/A767M «Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Steel Bars for Concrete Reinforcement», toutefois la chromatisation n'est pas obligatoire. L'épaisseur minimale de galvanisation est de 87 µm;
- des extrémités en forme de boudins, des attaches et des tirants de coffrage, l'épaisseur minimale de galvanisation est de 50 µm.

Les surfaces d'acier de la semelle inférieure des poutres et des appareils d'appui venant en contact avec les soudures servant à fixer les appareils d'appui aux poutres doivent être meulées après galvanisation.

Au moment de la réception et de l'installation des barres d'armature, l'entrepreneur doit s'assurer qu'il n'y a pas de rouille blanche sur les matériaux fournis.

15.14.2.3.3 Protection des éléments galvanisés

L'entrepreneur doit protéger les éléments galvanisés contre tout dommage pendant la manipulation et l'entreposage.

L'élément venant en contact avec le matériel de levage, tels les câbles et les chaînes, doit être protégé adéquatement.

L'entreposage des éléments galvanisés, à l'exception des armatures, doit être fait de sorte que l'air circule entre les pièces, que l'eau ne s'accumule pas et s'égoutte librement, et qu'il n'y ait aucun contact métal contre métal des pièces galvanisées. Au moment de l'installation des éléments galvanisés, l'entrepreneur doit s'assurer qu'il n'y a pas de rouille blanche sur ces pièces.

15.14.2.3.4 Réparation après la galvanisation

Les surfaces endommagées dont la largeur est inférieure à 2,5 cm doivent être réparées en appliquant au pinceau 2 couches d'enduit riche en zinc d'une teneur minimale de 87 % (solide/poids) de zinc métallique dans le feuillet sec. De plus, sur une même pièce, la surface totale à réparer par enduit riche en zinc doit être inférieure à 0,5 % de la surface totale de celle-ci. Les surfaces endommagées doivent être préalablement nettoyées selon les exigences de la norme SSPC-SP 11 «Power Tool Cleaning to Bare Metal». L'épaisseur totale minimale du feuillet sec d'enduit doit être de 130 µm.

15 | Ouvrages d'art

Les surfaces endommagées dont la largeur est supérieure à 2,5 cm et les pièces dont la surface endommagée totalise plus de 0,5 % de la surface totale de la pièce doivent être regalvanisées ou réparées par métallisation. Dans ce dernier cas, les surfaces endommagées doivent être préalablement nettoyées selon les exigences de la norme SSPC-SP 5-NACE N° 1 «White Metal Blast Cleaning» ou de la norme SSPC-SP 11 «Power Tool Cleaning to Bare Metal». L'épaisseur minimale du revêtement métallisé doit être de 130 µm.

Le revêtement des barres d'armature pliées ayant une surface totale d'écaillage au droit du rayon de pliage supérieure à leur section transversale, mais inférieure au double de cette section, doit être réparé par l'application, au pinceau, de 2 couches d'enduit riche en zinc d'une teneur minimale de 87 % de zinc métallique dans le feuil sec. L'épaisseur totale minimale du feuil sec d'enduit doit être de 130 µm. Les barres dont le revêtement présente un écaillage plus sévère ne doivent pas être utilisées et doivent être remplacées.

15.14.2.4 Mode de paiement

La galvanisation ne fait l'objet d'aucun article au bordereau. Tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage sont inclus dans le prix unitaire des ouvrages pour lesquels la protection de l'acier par galvanisation est stipulée.

15.14.3 MÉTALLISATION

15.14.3.1 Matériau

Le métal d'apport original doit être emballé et stocké de façon à ne pas être oxydé ou souillé.

Le métal d'apport sous forme de fil doit être conforme à la norme ASTM B833 «Standard Specification for Zinc and Zinc Alloy Wire for Thermal Spraying (Metallizing) for the Corrosion Protection of Steel» et comprendre au minimum 99,95 % de zinc. Le métal d'apport sous forme de poudre doit être conforme à la norme ASTM B6 «Standard Specification for Zinc» et être de type High Grade ou supérieur.

15.14.3.2 Assurance de la qualité

15.14.3.2.1 Attestation de conformité

Pour chaque livraison de métal d'apport, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité du fournisseur contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom du fabricant du métal d'apport;
- le nom du produit;

- le diamètre du produit si celui-ci est sous forme de fil;
- les résultats d'analyse chimique du métal d'apport;
- le numéro du lot de production.

15.14.3.2.2 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en un morceau de 1 m de longueur par lot de production de métal d'apport sous forme de fil.

La conformité des résultats d'essai est vérifiée en se référant aux valeurs exigées à la norme ASTM B833 «Standard Specification for Zinc and Zinc Alloy Wire for Thermal Spraying (Metallizing) for the Corrosion Protection of Steel».

15.14.3.3 Mise en œuvre

15.14.3.3.1 Préparation des surfaces

a) Degré de nettoyage

Les surfaces doivent être nettoyées de façon à obtenir le type de soin SSPC-SP 5-NACE N° 1 décrit dans la norme «Joint Surface Preparation Standard SSPC-SP 5-NACE N° 1 «White Metal Blast Cleaning»». Ce degré de préparation est illustré au moyen d'une série de photographies contenues dans la norme SSPC-VIS 1 «Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning».

Ces photographies ne doivent être utilisées qu'à titre d'exemples et seulement pour compléter la description écrite du degré de préparation des surfaces, qui est la seule stipulation à respecter.

b) Degré de rugosité

Le profil de rugosité de l'acier après décapage au jet d'abrasif doit être anguleux. L'angularité du profil doit correspondre à celle du comparateur de profil associé au type d'abrasif utilisé, conformément à la méthode A de la norme ASTM D4417 «Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel».

La hauteur minimale du profil doit être de 50 µm si l'épaisseur du revêtement est de moins de 200 µm, et de 75 µm si l'épaisseur du revêtement est de 200 µm et plus. Pour chaque poutre, deux mesures sont réalisées sur chacune des surfaces suivantes : une semelle, une âme et un bord de semelle, conformément à la méthode C de la norme ASTM D4417 «Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel».

15 | Ouvrages d'art

c) Teneur en ions chlorure

La teneur en ions chlorure, après la préparation, doit être inférieure à $7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ avant qu'il soit possible de procéder à la métallisation des surfaces. La détermination de la quantité d'ions chlorure sur les surfaces doit se faire en effectuant des essais quantitatifs avec la méthode de la pochette ou avec une méthode conforme à la norme ISO 8502 «Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés – Essais pour apprécier la propreté d'une surface». L'entrepreneur doit effectuer les essais de détermination d'ions chlorure sur les surfaces aux endroits indiqués par le surveillant et en sa présence. Dans le cas où la teneur en ions chlorure dépasse $7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, les surfaces doivent être nettoyées en utilisant un agent d'extraction approuvé par le surveillant. L'eau utilisée pour ce nettoyage ne doit pas contenir plus de 250 mg/l d'ions chlorure.

15.14.3.3.2 Application

La température des surfaces à métalliser doit être supérieure au point de rosée majoré de 3°C .

Le pulvérisateur utilisé doit assurer une fusion parfaite du métal. La distance de projection doit être comprise entre 150 mm et 200 mm et le jet doit être perpendiculaire à la surface. L'épaisseur stipulée doit être appliquée par couches continues et croisées.

Les surfaces de contact des pièces devant être assemblées par boulonnage doivent être :

- laissées à l'acier nu. Dans ce cas, la métallisation doit être effectuée sur une distance de 5 mm sur le pourtour d'une des pièces à assembler afin que toutes les surfaces d'acier visibles de l'assemblage soient revêtues après assemblage;
- ou
- entièrement métallisées. Dans ce cas, l'épaisseur spécifiée du revêtement doit être de $130 \mu\text{m}$ et ce dernier doit être exempt de scellant.

Les surfaces d'acier de la semelle inférieure des poutres et des appareils d'appui venant en contact avec les soudures servant à fixer les appareils d'appui aux poutres ne doivent pas être métallisées.

Les surfaces des pièces métalliques en contact avec le béton doivent être métallisées sur une largeur de 25 mm sur tout le périmètre.

Les soudures et leur contrôle doivent être effectués avant la métallisation.

a) Délai de recouvrement

Les surfaces doivent être recouvertes dans un délai inférieur à 4 heures. À défaut de recouvrement dans ce délai, le nettoyage doit être repris.

b) Aspect

Le revêtement doit être à grains fins, sans particules détachables, sans inclusion de zinc arraché ou pulvérisé et sans zone à texture grossière.

c) Épaisseur

L'épaisseur minimale du revêtement doit être de $130 \mu\text{m}$. L'épaisseur de revêtement doit être conforme au niveau 4 du tableau 1 «Coating Thickness Restriction Levels» de la norme SSPC-PA 2 «Procedure for Determining Conformance to Dry Coating Thickness Requirements».

Pour les poutres d'acier à âme pleine, l'épaisseur du revêtement sur une poutre est mesurée sur au moins 5 zones d'égale longueur, le tout représentant l'ensemble de la poutre; chacune des zones constitue un lot. L'épaisseur du revêtement est mesurée selon les indications montrées à la figure A2 «The Surfaces of a Steel Beam» de la norme SSPC-PA 2 «Procedure for Determining Conformance to Dry Coating Thickness Requirements». Pour les pièces d'acier autres que des poutres, l'épaisseur de revêtement est mesurée tous les 10 m^2 , cette superficie constituant un lot.

L'épaisseur du revêtement est mesurée en prenant au moins 5 mesures locales réparties au hasard sur chaque lot de la pièce analysée. La moyenne des mesures locales constitue une mesure de lot. Une mesure locale est la moyenne d'au moins 3 lectures individuelles d'instruments prises dans une zone d'environ 40 mm de diamètre, ou prises sur une ligne à intervalles de lecture de 25 mm.

Il n'y a pas de restriction sur une lecture individuelle, mais aucune mesure locale ne doit être inférieure à 80 % de l'épaisseur spécifiée, et aucune mesure de lot ne doit être inférieure à l'épaisseur spécifiée.

L'instrument de mesure d'épaisseur du revêtement et la méthode de prise de mesures doivent être conformes aux exigences de la norme SSPC-PA 2 «Procedure for Determining Conformance to Dry Coating Thickness Requirements».

d) Adhérence

L'adhérence du revêtement doit être supérieure à 3,5 MPa, conformément à la norme ASTM D4541 «Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers» en

15 | Ouvrages d'art

utilisant l'appareil à alignement automatique de type V (méthode E). Pour le premier élément métallisé, 2 essais de 3 plots doivent être effectués en présence du représentant du Ministère afin de valider la conformité de la méthode de travail et de l'adhérence. Si le fabricant modifie sa méthode de travail ou ses produits abrasifs, les essais doivent être repris. Par la suite, pour chaque poutre principale, 1 essai de 3 plots doit être effectué afin de valider la conformité de l'adhérence.

De plus, l'adhérence doit être vérifiée tous les 10 m² au moyen d'un couteau, conformément à la norme ASTM D6677 «Standard Test Method for Evaluating Adhesion by Knife», et doit être conforme à la cote 8 du tableau 1 «Rating System».

L'entrepreneur doit, à la suite des essais d'adhérence, réparer à ses frais par métallisation les surfaces endommagées.

e) Revêtement endommagé

Toute surface défectueuse doit être débarrassée de la protection déjà appliquée avant de refaire la métallisation.

Cependant, si la défectuosité provient du fait que la couche de zinc est trop mince, une couche de métal de même qualité peut être ajoutée, pourvu que la surface soit sèche et libre de toute contamination.

Les surfaces endommagées lors du transport et de la manutention au chantier dont la largeur est inférieure à 2,5 cm doivent être réparées en appliquant au pinceau 2 couches d'enduit riche en zinc d'une teneur minimale de 87 % (solide/poids) de zinc métallique dans le feuil sec. De plus, sur une même pièce, la surface totale à réparer par enduit riche en zinc doit être inférieure à 0,5 % de la surface totale de celle-ci. Les surfaces endommagées doivent être préalablement nettoyées selon les exigences de la norme SSPC-SP 11 «Power Tool Cleaning to Bare Metal». L'épaisseur totale minimale du feuil sec d'enduit doit être de 130 µm.

Les surfaces endommagées lors du transport et de la manutention au chantier dont la largeur est supérieure à 2,5 cm et les pièces dont la surface endommagée totalise plus de 0,5 % de la surface totale de la pièce doivent être réparées par métallisation. Les surfaces endommagées doivent être préalablement nettoyées selon les exigences de la norme SSPC-SP 5-NACE N° 1 «White Metal Blast Cleaning» ou de la norme SSPC-SP 11 «Power Tool Cleaning to Bare Metal». L'épaisseur minimale du revêtement métallisé doit être de 130 µm.

15.14.3.3 Autorisation de livraison

Une pièce ne peut quitter l'usine de métallisation avant que le surveillant ait transmis une autorisation de livraison à l'entrepreneur. Le rapport de recouvrement doit être remis au surveillant au moins 24 heures avant la livraison, afin qu'il puisse effectuer une inspection visuelle de la pièce finie revêtue et transmettre cette autorisation de livraison à l'entrepreneur. Le rapport de recouvrement doit inclure, sans s'y limiter :

- les produits utilisés;
- les conditions lors de l'application;
- les préparations de surface;
- les rugosités de surface;
- les heures de début et de fin des étapes de préparation de surface et d'application de chaque couche de revêtement;
- les épaisseurs de revêtement;
- l'adhérence des revêtements;
- les résultats de l'inspection visuelle.

15.14.3.4 Mode de paiement

La métallisation en usine ne fait l'objet d'aucun article au bordereau. Tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage, y compris le coût de la fourniture des matériaux et du matériel, du transport ainsi que de la mise en œuvre, sont compris dans le prix unitaire des ouvrages pour lesquels la protection de l'acier par métallisation est stipulée.

La métallisation en chantier est payée comme suit :

- la préparation des surfaces est payée au mètre carré. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente. La superficie calculée à des fins de paiement ne prend pas en compte les surfaces additionnelles attribuables à la forme des rivets, des boulons, des rondelles et des écrous. Les frais engagés pour la préparation de ces surfaces sont inclus dans le prix unitaire;
- la métallisation est payée au mètre carré. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente. La superficie calculée à des fins de paiement ne prend pas en compte les surfaces additionnelles attribuables à la forme des rivets, des boulons, des rondelles et des écrous. Les frais engagés pour la métallisation de ces surfaces sont inclus dans le prix unitaire.

15 | Ouvrages d'art

15.14.4 PEINTURAGE DES SURFACES D'ACIER

15.14.4.1 Matériaux

Les systèmes de peintures utilisés en usine doivent être conformes à la norme 10104 du Ministère et être inscrits sur la liste d'homologation des systèmes de peintures à haute performance pour structures d'acier du Ministère.

Les systèmes de peintures utilisés en chantier doivent être conformes à la norme 10104 du Ministère et être inscrits sur la liste d'homologation des systèmes de peintures d'entretien ou des systèmes de peintures à haute performance pour structures d'acier du Ministère.

Chacune des couches du système de peinture doit être de couleur différente.

Lorsque les surfaces sont recouvertes d'un revêtement de classe B, ce dernier doit être testé conformément à la méthode prescrite à l'annexe A de la norme «Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts» du Research Council on Structural Connections (RCSC).

15.14.4.2 Assurance de la qualité

15.14.4.2.1 Homologation

L'entrepreneur doit choisir un système de peintures homologué par le Ministère, adapté à la nature des travaux de peinture et au degré de préparation de surface stipulés aux plans et devis.

15.14.4.2.2 Attestation de conformité

Pour chaque livraison de peinture, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité signée par le représentant autorisé du fournisseur contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom du fabricant de peinture;
- le nom de la peinture;
- le numéro du lot de production.

Un lot de production correspond à un numéro de cuvée. Pour ce qui est de la poudre de zinc, un lot de production correspond à un code de fabricant.

15.14.4.2.3 Contrôle de réception

Lorsque le Ministère effectue un contrôle de réception sur les peintures, les échantillons sont placés dans des récipients de 1 l fermés hermétiquement, en polyéthylène haute densité ou en métal avec un intérieur émaillé. Le prélèvement des échantillons consiste :

- pour les peintures à un constituant et les diluants, en 2 échantillons de 1 l chacun;

- pour les peintures à 2 ou 3 constituants, en 2 échantillons de chaque constituant non mélangé et prélevé, après homogénéisation, dans les proportions recommandées par le fabricant de peinture, de sorte que les 2 échantillons produisent chacun au moins 1 l de peinture une fois les 2 ou 3 constituants mélangés;
- pour un système de peinture constitué de peintures aux résines polyuréthanes à un composant hygro-réactif, en 2 échantillons de 1 l de diluant et de chaque cuvée de peinture dans les contenants originaux non ouverts préalablement, envoyés directement au Ministère.

La conformité des résultats d'essais est vérifiée en se référant aux valeurs à l'agrément et aux variations permises définies pour chacun des systèmes de peintures homologués.

15.14.4.3 Mise en œuvre

15.14.4.3.1 Préparation des surfaces d'acier

Les surfaces d'acier à peindre doivent être décapées par projection d'abrasif sec sans silice cristalline.

a) Degré de nettoyage

Lorsqu'un système à haute performance est exigé aux plans et devis, les surfaces doivent être nettoyées selon la norme SSPC-SP 10-NACE N°2 «Near-White Metal Blast Cleaning». Si un système d'entretien est exigé aux plans et devis, les surfaces doivent être nettoyées selon la norme SSPC-SP 6-NACE N°3 «Commercial Blast Cleaning».

Les degrés de rouille des surfaces d'acier non peintes et les degrés de préparation par projection d'abrasif des surfaces d'acier correspondant à ces degrés de rouille sont illustrés au moyen d'une série de photographies figurant dans la norme SSPC-VIS 1 «Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning». Ces photographies ne doivent être utilisées qu'à titre d'exemples et seulement pour compléter les descriptions écrites des types de soins, qui sont les seules stipulations à respecter.

Les surfaces inaccessibles au décapage par projection d'abrasif sec doivent être décapées de façon à obtenir un degré minimal de préparation répondant à la norme SSPC-SP 11 «Power Tool Cleaning to Bare Metal» si le type de soin stipulé au devis est SSPC-SP 10-NACE N°2 ou à la norme SSPC-SP 15 «Commercial Grade Power-Tool

15 | Ouvrages d'art

Cleaning» si le type de soin stipulé au devis est SSPC-SP 6-NACE N° 3. Ces degrés de préparation sont illustrés au moyen d'une série de photographies figurant dans la norme SSPC-VIS 3 «Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Hand and Power Tool Cleaning».

b) Degré de rugosité

Le profil de rugosité de l'acier après décapage au jet d'abrasif doit être anguleux. L'angularité du profil doit correspondre à celle du comparateur de profil associé au type d'abrasif utilisé, conformément à la méthode A de la norme ASTM D4417 «Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel».

En l'absence d'indication relative à un profil de rugosité minimum de l'acier à respecter, celui-ci doit se situer entre 38 µm et 75 µm.

c) Contaminants

La teneur en ions chlorure, après la préparation, doit être inférieure à 7 µg/cm² avant qu'il soit possible de procéder au peinturage des surfaces. La détermination de la quantité d'ions chlorure sur les surfaces doit se faire en effectuant des essais quantitatifs avec la méthode de la pochette ou avec une méthode conforme à la norme ISO 8502 «Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés – Essais pour apprécier la propreté d'une surface». L'entrepreneur doit effectuer les essais de détermination d'ions chlorure sur les surfaces aux endroits indiqués par le surveillant et en sa présence. Dans le cas où la teneur en ions chlorure dépasse 7 µg/cm², les surfaces doivent être nettoyées en utilisant un agent d'extraction approuvé par le surveillant. L'eau utilisée pour ce nettoyage ne doit pas contenir plus de 250 mg/l d'ions chlorure.

La poussière et les autres saletés sur les surfaces à recouvrir à la suite du décapage ainsi que les surfaces du plancher, des murs et des joints des enceintes de confinement doivent être enlevées à l'aide d'un jet d'air comprimé ou d'un aspirateur.

15.14.4.3.2 Peinturage

L'entrepreneur doit remettre au surveillant les fiches techniques et les fiches de données de sécurité des peintures et des diluants qu'il se propose d'utiliser.

Le peinturage doit être effectué selon les exigences des fiches techniques du fabricant de peinture.

a) Délai d'application

Toute surface nettoyée doit être recouverte d'une première couche de peinture aussitôt que possible après la préparation des surfaces et avant l'apparition de rouille de surface, sans toutefois excéder 8 heures lorsqu'un système de peintures à haute performance est utilisé et 24 heures dans le cas d'un système de peintures d'entretien.

La couche de finition doit être appliquée selon les prescriptions des fiches techniques du fabricant, sans toutefois dépasser un délai maximal de 7 jours suivant la pose de la première couche de peinture.

b) Conditions d'application

La peinture doit être appliquée sur une surface exempte d'humidité et débarrassée de toute poussière et autres saletés.

À moins d'avis contraire du surveillant, l'entrepreneur doit appliquer la peinture lorsque :

- la température de l'air et de la surface à recouvrir est supérieure à 5 °C;
- la température de la surface à recouvrir est supérieure au point de rosée majoré de 3 °C;
- la couche de peinture déjà appliquée est suffisamment durcie.

Lors de travaux de peinture, les exigences relatives aux conditions d'application doivent être celles qui sont spécifiées dans les fiches techniques du fabricant lorsqu'elles sont plus restrictives que celles listées précédemment.

c) Application

Avant d'appliquer, en usine ou au chantier, chacune des couches du système de peintures, à l'exception de la couche de finition, les boulons et les écrous non galvanisés, les soudures, les jonctions des pièces assemblées, les coins et les arêtes vives ainsi que les rivets doivent être complètement badigeonnés de peinture au moyen d'un pinceau. Les peintures utilisées pour le badigeonnage doivent être les mêmes que celles utilisées à l'usine. Cependant, une peinture à base de zinc organique doit être appliquée sur les boulons si une peinture au zinc et liant inorganique est utilisée comme première couche du système.

Chaque couche de peinture doit être appliquée uniformément au pistolet. Lorsque cela est stipulé dans les fiches techniques, la peinture doit être agitée continuellement pendant l'application.

15 | Ouvrages d'art

Toutes les coulures ou autres imperfections doivent être essuyées immédiatement. Toutes les surfaces ne pouvant être peinturées adéquatement au pistolet doivent l'être au pinceau.

Les surfaces de contact des pièces devant être assemblées par boulonnage doivent être :

- entièrement recouvertes d'un revêtement de classe B;
- ou
- non peintes. Dans ce cas, le peinturage doit être effectué sur une distance de 5 mm sur le pourtour d'une des pièces à assembler afin que toutes les surfaces d'acier visibles de l'assemblage soient revêtues après assemblage.

Les surfaces d'acier de la semelle inférieure des poutres venant en contact avec les soudures servant à fixer les appareils d'appui aux poutres ne doivent pas être peinturées.

Lorsque des poutres principales sont peinturées en usine, toutes les surfaces des plaques de joint de chantier qui seront apparentes après assemblage doivent uniquement être recouvertes du revêtement primaire (galvanisation, métallisation ou peinture à base de zinc d'un système de peintures à haute performance homologué) à l'usine.

Lorsque des contreventements horizontaux et transversaux ainsi que des diaphragmes de ponts en courbe doivent être peinturés en usine, toutes les surfaces apparentes de l'assemblage en contact et au voisinage des composants des boulons assemblés (boulon, écrou et rondelle) doivent uniquement être recouvertes du revêtement primaire (galvanisation, métallisation ou peinture à base de zinc d'un système de peintures à haute performance homologué) à l'usine.

Une fois l'assemblage terminé et juste avant l'application des peintures en chantier, toutes les surfaces recouvertes en usine d'une protection primaire ainsi que les surfaces apparentes des boulons, écrous et rondelles doivent être dégraissées et nettoyées de façon à avoir une surface propre, libre de tout contaminant, et selon les recommandations du fabricant de la peinture, s'il y a lieu.

Le peinturage de toutes les surfaces recouvertes en usine d'une protection primaire, ainsi que des surfaces apparentes des boulons, écrous et rondelles, doit être terminé en chantier en conformité

avec les prescriptions prévues pour le système de protection des surfaces attenantes. Le système de peintures et la couleur de la couche de finition doivent être identiques à ceux utilisés en usine.

Le peinturage des boulons galvanisés doit être réalisé avec le même système de peintures que celui qui est utilisé à l'usine, mais en omettant la couche primaire à base de zinc.

Les surfaces des pièces métalliques en contact avec le béton doivent être peinturées sur une largeur de 25 mm sur tout le périmètre.

d) Détermination de l'épaisseur

L'entrepreneur doit mesurer l'épaisseur du feuil humide de peinture durant l'application afin de s'assurer d'obtenir, au fur et à mesure de la progression des travaux, l'épaisseur du feuil sec stipulée après séchage.

L'épaisseur du feuil sec de chaque couche de peinture doit en tout temps être conforme à l'épaisseur minimale inscrite dans la liste des produits homologués des systèmes de peintures pour structures d'acier du Ministère et satisfaire aux prescriptions de la fiche technique du fabricant.

L'épaisseur du feuil humide des différentes couches de peinture doit être déterminée selon les exigences de la norme ASTM D4414 «Standard Practice for Measurement of Wet Film Thickness by Notch Gages».

L'épaisseur du feuil humide correspondant à l'épaisseur du feuil sec stipulée est déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$H = T \times \left(\frac{100 + D}{B} \right)$$

où

H : épaisseur du feuil humide (en μm)

T : épaisseur du feuil sec stipulée (en μm)

D : pourcentage en volume de diluant ajouté, si nécessaire

B : pourcentage en volume de matières non volatiles du matériau non dilué

L'épaisseur du feuil sec des différentes couches de peinture doit être déterminée selon les exigences de la norme SSPC-PA 2 «Procedure for Determining Conformance to Dry Coating Thickness Requirements».

15 | Ouvrages d'art

e) Adhérence

L'adhérence du revêtement doit être supérieure à 3,5 MPa, conformément à la norme ASTM D4541 «Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers» en utilisant un appareil à alignement automatique de type V (méthode E).

Pour le premier élément peinturé, 2 essais de 3 plots doivent être effectués en présence du représentant du Ministère afin de valider la conformité de la méthode de travail et de l'adhérence. Si le fabricant modifie sa méthode de travail ou ses produits abrasifs, les essais doivent être repris.

Par la suite, pour chaque lot de pièces peintes simultanément, 1 essai de 3 plots doit être effectué afin de valider la conformité de l'adhérence.

L'entrepreneur doit, à la suite des essais d'adhérence, réparer à ses frais les surfaces endommagées.

f) Transport et manutention

L'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires pour que le revêtement ne subisse aucun bris durant le transport et la manutention.

g) Retouches

L'entrepreneur doit prendre toutes les précautions pour minimiser les surfaces de peinture à retoucher.

Les surfaces peinturées ayant été altérées lors de l'exécution des travaux doivent être nettoyées de façon à enlever toute peinture endommagée et tout autre contaminant. Après le nettoyage, la poussière et les autres saletés qui recouvrent la surface à retoucher doivent être enlevées.

Les surfaces nouvellement peinturées ayant été altérées par les essais d'adhérence ou lors d'opérations de transport ou de manutention ainsi que les surfaces peinturées existantes ayant été endommagées par les essais d'adhérence ou lors de l'exécution de travaux de réparation d'un ouvrage en acier doivent être retouchées selon la procédure suivante :

- les surfaces doivent être préparées par projection d'abrasif sec sans silice cristalline ou par nettoyage mécanique de façon à obtenir minimalement le type de soin SSPC-SP 6-NACE N° 3 «Commercial Blast Cleaning» ou SSPC-SP 15 «Commercial Grade Power-Tool Cleaning»;

- après la préparation, la poussière et les autres saletés doivent être enlevées;
- les retouches sont effectuées en appliquant, selon les prescriptions des fiches techniques du fabricant, des peintures hygro-réactives aux résines polyuréthanes à un composant qui satisfont aux exigences suivantes :
 - ♦ une peinture aux résines polyuréthanes et pigments d'aluminium d'une épaisseur minimale du feuil sec de 150 µm en couche primaire,
 - ♦ une peinture aux résines polyuréthanes d'une épaisseur minimale du feuil sec de 50 µm en couche de finition ou de l'épaisseur minimale prescrite dans le système d'homologation si celle-ci est supérieure à 50 µm; la couleur doit s'apparenter à celle de la peinture à retoucher.

Lorsque cela est stipulé dans les fiches techniques, les retouches à effectuer sur une peinture aux résines polyuréthanes au-delà d'un délai de 72 heures suivant son application comme couche de finition nécessitent un sablage léger des zones adjacentes aux surfaces à retoucher.

Chaque couche doit être sèche avant d'appliquer une couche subséquente.

15.14.4.3.3 Peinturage des surfaces d'acier métallisé

Toutes les exigences précédentes relatives au peinturage des surfaces d'acier s'appliquent au peinturage des surfaces d'acier métallisées.

Le peinturage des surfaces d'acier métallisé est réalisé avec une peinture aux résines époxydiques et une peinture de finition aux résines polyuréthanes ou polysiloxanes qui doivent être des constituants de l'un des systèmes de peintures homologués par le Ministère.

Une couche d'accrochage doit être appliquée aussitôt que possible et consiste en un brouillard fait à partir de la peinture aux résines époxydiques diluée selon les recommandations du fabricant.

La couche de peinture aux résines époxydiques doit être appliquée sur la couche d'accrochage dans un délai n'excédant pas 24 heures après la métallisation des surfaces et être d'une épaisseur minimale du feuil sec de 100 µm.

Les surfaces métallisées des joints de chantier des poutres demeurant apparentes après assemblage doivent recevoir la couche d'accrochage en



15 | Ouvrages d'art

usine. Les autres couches doivent être appliquées en chantier après l'assemblage du joint. Pour ces surfaces, les délais entre l'application de la couche d'accrochage et de la couche aux résines époxydiques n'ont pas à être respectées, mais une inspection doit être effectuée par un inspecteur certifié de niveau 1 en inspection de revêtement par l'Association for Materials Protection and Performance (AMPP), anciennement la National Association of Corrosion Engineers (NACE), avant l'application des couches en chantier.

La couche de finition est constituée d'une couche de peinture aux résines polyuréthanes ou polysiloxanes d'une épaisseur minimale du feuil sec de 50 µm ou de l'épaisseur minimale prescrite dans le système d'homologation si celle-ci est supérieure à 50 µm.

La couche de finition doit être appliquée selon les prescriptions des fiches techniques du fabricant, sans toutefois dépasser un délai maximal de 7 jours suivant la pose de la métallisation.

S'il y a présence d'humidité dans les pores du revêtement métallisé, l'acier doit être chauffé à une température de 120 °C de façon à enlever l'humidité avant d'appliquer la peinture.

Les retouches de la métallisation sous les couches de peinture, s'il y a lieu, doivent être effectuées conformément aux exigences pour le revêtement endommagé de l'article « Métallisation ».

15.14.4.3.4 Peinturage des surfaces d'acier galvanisé

Toutes les exigences précédentes relatives au peinturage des surfaces d'acier s'appliquent au peinturage des surfaces d'acier galvanisé.

Les surfaces galvanisées à chaud par immersion à peindre, y compris les boulons, doivent être préparées conformément à la norme ASTM D6386 « Standard Practice for Preparation of Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coated Iron and Steel Product and Hardware Surfaces for Painting » à l'aide d'une préparation par jet d'abrasif sec. Un abrasif d'une dureté moyenne à faible est exigé pour éviter un endommagement excessif du revêtement de zinc.

Le peinturage des surfaces d'acier galvanisé est réalisé avec une peinture aux résines époxydiques et une peinture de finition aux résines polyuréthanes ou polysiloxanes, qui doivent être des constituants de l'un des systèmes de peintures homologués par le Ministère.

La couche de finition est constituée d'une couche de peinture aux résines polyuréthanes ou polysiloxanes d'une épaisseur minimale du feuil sec

de 50 µm ou de l'épaisseur minimale prescrite dans le système d'homologation si celle-ci est supérieure à 50 µm.

Les retouches de la galvanisation sous les couches de peinture, s'il y a lieu, doivent être effectuées conformément aux exigences concernant la réparation après galvanisation d'une surface endommagée, précisées à l'article « Galvanisation ».

15.14.4.3.5 Autorisation de livraison

Une pièce ne peut quitter l'usine de peinture avant que le surveillant ait transmis une autorisation de livraison à l'entrepreneur. Le rapport de recouvrement doit être remis au surveillant au moins 24 heures avant la livraison, afin qu'il puisse effectuer une inspection visuelle de la pièce finie revêtue et transmettre cette autorisation de livraison à l'entrepreneur. Le rapport de recouvrement doit inclure, sans s'y limiter :

- les produits utilisés;
- les conditions lors de l'application;
- les préparations de surface;
- les rugosités de surface;
- les heures de début et de fin des étapes de préparation de surface et d'application de chaque couche de revêtement;
- les épaisseurs de revêtement;
- l'adhérence des revêtements;
- les résultats de l'inspection visuelle.

15.14.4.4 Mode de paiement

Le peinturage des surfaces d'acier en usine ne fait l'objet d'aucun article au bordereau. Tous les frais engagés par l'entrepreneur pour la réalisation de cet ouvrage, y compris ceux relatifs aux retouches et au peinturage au chantier des composants des assemblages boulonnés, dont le coût de la fourniture, des matériaux et du matériel, du transport ainsi que de la mise en œuvre, sont compris dans le prix des ouvrages qui nécessitent l'application de peinture.

Tous les frais relatifs au peinturage en chantier des surfaces recouvertes en usine seulement d'une protection primaire sont compris dans le prix des ouvrages qui nécessitent l'application de peinture.

Le peinturage des surfaces en chantier est payé comme suit :

- la préparation des surfaces est payée au mètre carré. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et la mise en œuvre. Tous les frais engagés pour la préparation des

15 | Ouvrages d'art

surfaces additionnelles attribuables à la forme des rivets, des boulons, des rondelles et des écrous, de même que pour le nettoyage des surfaces au moyen d'un agent d'extraction des chlorures, si cela est nécessaire, sont inclus dans le prix unitaire de la préparation des surfaces;

- le peinturage est payé au mètre carré. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et la mise en œuvre. Tous les frais engagés pour le peinturage des surfaces additionnelles attribuables à la forme des rivets, des boulons, des rondelles et des écrous sont inclus dans le prix unitaire du peinturage;
- l'essai pour la détermination de la quantité d'ions chlorure sur les surfaces d'acier est payé à l'unité.

15.15 OUVRAGES EN BOIS

L'expression « ouvrages en bois » fait référence aux ponts acier-bois, aux murs de type caisson et aux platelages réalisés en tout ou en partie en bois.

15.15.1 DOCUMENTS REQUIS

Dans le cas d'un caisson, l'entrepreneur doit remettre au surveillant, au moins 7 jours avant de commander les pièces de bois, un plan de montage indiquant la longueur et l'emplacement des pièces de bois constituant le caisson.

15.15.2 MATÉRIAUX

15.15.2.1 Bois

Le bois doit être conforme à la norme 11101 du Ministère.

Les traverses du platelage d'un pont doivent être exclusivement de qualité n°1. Les pièces de bois d'un caisson doivent être de qualité n°1, avec un maximum de 50 % de qualité n°2. Les autres pièces de bois doivent être de qualité n°1, avec un maximum de 35 % de qualité n°2.

Le bois doit recevoir un traitement de préservation. À moins d'une indication contraire aux plans et devis, la rétention du préservatif dans tout le bois utilisé doit être telle qu'elle est indiquée dans la norme CSA O80 «Préservation du bois» en considérant que le bois est utilisé selon la classe d'emploi CE4.1. Toutes les pièces de bois sont traitées à l'usine après avoir été coupées selon les longueurs indiquées dans le plan de montage.

15.15.2.1.1 Quincaillerie pour le bois

Les boulons et les tiges filetées utilisés pour l'assemblage des pièces de bois doivent être conformes à la norme 6201 du Ministère. Les boulons doivent être des boulons ASTM A307 «Standard Specification for Carbon Steel Bolts, Studs, and Threaded Rod 60 000 PSI Tensile Strength» de grade A et les tiges filetées, des tiges ASTM F1554 «Standard Specification for Anchor Bolts, Steel, 36, 55, and 105-ksi Yield Strength» de grade 36.

Les fiches en acier doivent être conformes à la norme 6101 du Ministère; la nuance de l'acier doit être de 260W. Le bout d'attaque des fiches doit être taillé en biseau, effilé ou hémisphérique.

Le diamètre extérieur minimal des rondelles ou la dimension minimale des côtés des plaquettes doit être égal à 4 fois le diamètre du boulon utilisé. L'épaisseur minimale des rondelles et des plaquettes carrées doit être de 4 mm.

15.15.2.2 Géotextiles

Les géotextiles doivent être de grade P2 et être conformes à la norme BNQ 7009-210 «Géotextiles utilisés en génie routier – Classification, caractéristiques et méthodes d'essai».

15.15.2.3 Matériaux de remplissage d'un caisson

Les pierres doivent être conformes à la norme 14501 du Ministère.

Les matériaux granulaires doivent être de type MG 20 et être conformes à la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», et ce, après la mise en œuvre des matériaux.

15.15.3 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

15.15.3.1 Bois

15.15.3.1.1 Système qualité conforme à la norme ISO

Le traitement du bois sous pression doit être effectué par une entreprise dont l'usine détient un certificat d'enregistrement attestant que le système qualité satisfait aux exigences de la norme ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité». L'entrepreneur doit remettre au surveillant une copie du certificat d'enregistrement lors de la première livraison.

15 | Ouvrages d'art

Lorsqu'un entrepreneur s'approvisionne auprès d'un distributeur qui ne possède pas un certificat d'enregistrement ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité», il transmet au surveillant celui du fabricant. De plus, l'entrepreneur doit démontrer que le distributeur n'a fait aucune transformation du produit et que l'attestation de conformité conserve son lien avec la fabrication.

15.15.3.1.2 Attestation de conformité

Pour chaque livraison de bois traité, l'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 7 jours avant son utilisation, une attestation de conformité pour chaque lot de production, comme spécifié à la norme 11101 du Ministère.

Pour chaque livraison de boulons, d'écrous et de rondelles, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante :

- le nom du distributeur;
- le numéro de la norme de chaque élément;
- les dimensions nominales;
- l'identification du marquage des boulons;
- le numéro de lot de production des boulons;
- l'information sur le revêtement.

Un lot de production est constitué de pièces de mêmes dimensions provenant d'une même coulée d'acier.

15.15.3.1.3 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère sur le bois traité, des échantillons sont prélevés afin de réaliser des essais de rétention et de pénétration.

L'accès à l'usine de traitement ou au lieu d'entreposage et d'expédition doit être assuré au représentant du Ministère pour qu'il puisse procéder à des échantillonnages supplémentaires au besoin.

15.15.3.2 Géotextiles

Les géotextiles doivent répondre aux exigences d'assurance de la qualité des géotextiles de la section «Fondations de chaussée».

15.15.3.3 Matériaux de remplissage d'un caisson

Les pierres de remplissage et les matériaux granulaires doivent répondre aux exigences d'assurance de la qualité prévues à la sous-section «Fondations» de la section «Ouvrages d'art».

15.15.4 MISE EN ŒUVRE

Les boulons, les tire-fonds et les tiges filetées doivent être munis de rondelles ou de plaquettes en acier à chaque extrémité en contact avec les pièces de bois assemblées.

Les pièces de bois devant être assemblées avec des boulons et des tiges filetées doivent être préalablement percées; le diamètre du trou doit être 2 mm plus grand que celui de ces pièces de quincaillerie.

Pour un assemblage avec des tire-fonds, des fiches ou des clous qui ont un diamètre supérieur à 6 mm, les pièces de bois à assembler doivent être préalablement percées; le diamètre du trou doit être 2 mm plus petit que celui de ces pièces de quincaillerie.

Les boulons et les tire-fonds doivent être serrés de façon à assurer un bon contact entre les surfaces de toutes les pièces à assembler.

Toute coupe d'une pièce de bois est interdite en chantier, à moins que le surveillant donne préalablement son approbation.

Toute coupe d'une pièce de bois effectuée après le traitement ainsi que toute entaille, tout dommage ou trou à la surface d'une pièce doivent être traités de nouveau avec un produit de préservation du bois conforme à la norme CAN/CSA O80 «Préservation du bois». Cette exigence ne s'applique pas pour les trous effectués dans les pièces de bois constituant un caisson.

L'intérieur du caisson d'une culée ou d'un mur doit être rempli avec des pierres de calibre 300-400. Les pierres doivent être mises en place avec précaution de manière à ne pas endommager les pièces de bois du caisson et elles doivent être placées de façon à réduire au minimum les vides entre les pierres.

Pour la partie supérieure du caisson d'une culée, le remplissage doit être effectué avec des pierres de calibre 100-200 avec D_{50} égal à 150 mm sur une épaisseur de 400 mm; ces pierres sont par la suite recouvertes d'un géotextile. Le remplissage des 600 derniers millimètres doit être effectué avec un matériau granulaire de type MG 20 épandu en couches d'une épaisseur maximale de 200 mm, chacune étant densifiée à un minimum de 98 % de la masse volumique sèche maximale déterminée selon la norme CAN/BNQ 2501-255 «Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée ($2700 \text{ kN} \cdot \text{m/m}^3$)».

15 | Ouvrages d'art

Le Ministère vérifie la compacité de chaque couche de matériaux à l'aide du nucléodensimètre selon la méthode décrite pour le contrôle de réception du compactage des matériaux de la section « Terrassements ».

15.15.5 MODE DE PAIEMENT

À moins d'une indication contraire au bordereau, les ouvrages en bois sont mesurés et payés comme suit :

- le bois débité : au mètre cube de bois traité. Le volume de bois est calculé suivant les dimensions nominales du bois brut mis en place, notamment 203 × 203 mm ou 101 × 203 mm;
- le bois rond : au mètre de bois traité.

Le prix unitaire couvre notamment la fourniture du bois et le traitement, la quincaillerie pour le bois ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente. Le coût du géotextile, des pierres de remplissage et des matériaux granulaires requis pour la construction d'un caisson est aussi compris dans le prix du bois.

15.16 DISPOSITIONS DIVERSES

Dans le cas de travaux de réparation, l'entrepreneur doit, à toutes les phases des travaux, vérifier les dimensions des éléments existants apparaissant aux plans et devis. Il doit s'assurer que toutes les pièces qui doivent être fabriquées répondent aux conditions réelles du chantier.

Dans le cas de travaux où il y a des risques de projection ou de rebond de matériaux sur des usagers de la route (tels que, de façon non limitative, des travaux de démolition de béton, de préparation ou de finition de surfaces de béton impliquant une projection d'abrasif, de pose d'enduit de surface ou d'un autre revêtement), l'entrepreneur doit installer des dispositifs de protection de façon à confiner adéquatement les travaux et à contrôler l'émission de particules et d'autres débris.

Les conditions d'entreposage des matériaux doivent être conformes aux exigences du fabricant. Les matériaux ne doivent pas être utilisés au-delà de la date limite d'utilisation spécifiée par le fabricant. La plus récente fiche technique de chaque produit utilisé doit être transmise au surveillant par l'entrepreneur au plus tard 14 jours avant l'utilisation du produit. La fiche technique doit inclure les mises en garde pour les produits comportant des risques d'utilisation et, s'il y a lieu, les exigences du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT 2015).

Les travaux doivent être effectués conformément aux exigences stipulées dans les fiches techniques. Lors de l'utilisation de produits mélangés au chantier à plusieurs composants, des contenants gradués doivent être utilisés pour le dosage.

En tout temps, les travaux ne doivent pas générer de vibrations sur les éléments de béton existants pour lesquelles la vitesse des particules, mesurée dans n'importe laquelle des trois composantes de l'onde (transversale, longitudinale ou verticale), dépasse 50 mm/s. Cette limite ne s'applique pas à un élément ou à une portion d'élément en cours de démolition. Le site d'enregistrement est déterminé par le surveillant et la sensibilité du sismographe doit couvrir toute l'étendue des vitesses des particules engendrées par les travaux.

Les accumulations de débris secs sur le dessus d'une dalle doivent être enlevées au moyen d'une pelle ou de tout autre équipement approprié avant le nettoyage à l'air ou à l'eau de façon à minimiser l'émission de particules dans l'air au moment du nettoyage.

L'entrepreneur doit prendre les dispositions nécessaires afin que les matières huileuses ou autres substances provenant d'équipement ou résultant des travaux ne contaminent pas et n'endommagent pas le béton, la membrane d'étanchéité, l'enrobé ou tout autre élément de l'ouvrage.

L'équipement défectueux doit être remplacé ou réparé, et l'élément ou le matériau souillé doit être nettoyé ou réparé.

La fixation d'ancrages pour des ouvrages provisoires à des surfaces de béton neuves ou existantes doit être effectuée selon les exigences de la sous-section « Ouvrages en béton ».

À l'exception des soudures des goujons filetés utilisés pour les systèmes de sécurité, aucune soudure permanente ou temporaire n'est permise sur une pièce métallique de l'ouvrage si cette soudure n'est pas indiquée aux plans et devis. Les goujons filetés doivent être montrés sur les dessins d'atelier et ne doivent pas excéder les goujons.

Du 30 novembre au 31 mars, lorsque le pont ou une phase de travaux est en service, si les descentes de drainage permanentes du pont ou de la phase de travaux correspondante ne sont pas mises en place, des descentes de drainage temporaires doivent être installées afin d'éviter que l'eau des drains se déverse sur les ouvrages permanents. Les descentes de drainage temporaires ne doivent pas nuire à la circulation et doivent être dirigées à l'endroit déterminé par le surveillant.



15 | Ouvrages d'art

15.16.1 ÉQUIPEMENT D'ACCÈS MOTORISÉ

Dans le cas de la construction d'un pont ou d'un tablier neuf, l'entrepreneur doit fournir un équipement d'accès motorisé pour permettre au surveillant de faire l'inspection des travaux et au personnel du Ministère d'effectuer une inspection générale de l'ouvrage dans le cadre du système de gestion de structures du Ministère; ces deux activités sont réalisées en même temps.

À la suite de la réception de l'avis de l'entrepreneur indiquant la fin des travaux, le surveillant avise par écrit l'entrepreneur de la date et des heures où un équipement d'accès doit être mis à la disposition du surveillant et du personnel du Ministère; une durée d'utilisation de l'équipement de 3 heures par travée doit être prévue. Le délai minimal entre la réception de l'avis de l'entrepreneur et la date ciblée par le surveillant pour l'inspection de l'ouvrage est de 2 semaines.

L'équipement d'accès doit avoir fait l'objet d'une utilisation par le Ministère au cours de la période de 12 mois précédant la date d'inspection de l'ouvrage. Un registre d'entretien de l'équipement doit être montré au surveillant à l'arrivée de l'équipement sur le site; un équipement jugé défectueux par le surveillant ou le personnel du Ministère doit être réparé ou remplacé. L'équipement d'accès doit permettre d'atteindre toutes les surfaces des différentes parties du pont.

L'opérateur de l'équipement d'accès doit avoir reçu la formation prévue à la norme CSA C225 «Engins élévateurs à nacelle portés sur véhicules» et avoir opéré l'équipement d'accès pour le compte du Ministère au cours de la période de 12 mois précédant la date d'inspection de l'ouvrage. L'opérateur doit présenter au surveillant, à son arrivée sur le site, son certificat délivré par la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail relatif au suivi du cours de sécurité. L'opérateur doit aviser le surveillant de la présence d'un dommage relevé lors de sa ronde de sécurité.

L'entrepreneur a la responsabilité de faire enlever les obstacles qui pourraient nuire à l'inspection, notamment les câbles électriques et téléphoniques.

À la suite de la première inspection des travaux, si le surveillant juge que certains travaux ne sont pas acceptables et qu'une nouvelle inspection nécessite un équipement d'accès, l'entrepreneur doit fournir à nouveau cet équipement à ses frais, selon les mêmes conditions, pour permettre au surveillant de faire cette inspection une fois les corrections apportées par l'entrepreneur.

15.16.2 MODE DE PAIEMENT

Les dispositifs de protection pour travaux présentant un risque pour les usagers de la route ne font l'objet d'aucun article au bordereau. Les coûts de ces dispositifs doivent être inclus dans les prix des travaux qui nécessitent de telles protections.

L'équipement d'accès est payé à prix global. Le prix couvre l'équipement d'accès, l'opérateur, la signalisation, et il inclut toute dépense incidente.

16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

16.1 CONFORMITÉ DES OUVRAGES

Les structures d'équipement routier et les systèmes électrotechniques doivent être conformes à la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

16.2 CONDITIONS PRÉALABLES

Pour chacun des ouvrages, l'entrepreneur doit respecter la localisation et les élévations indiquées aux plans et devis. Cependant, lorsque la localisation et les élévations des ouvrages sont indiquées approximativement sur les plans, l'entrepreneur doit faire approuver par le surveillant la localisation et les élévations des ouvrages, avant l'exécution des travaux.

Lorsque les travaux s'appliquent à un ouvrage existant, l'entrepreneur doit vérifier les dimensions et l'état de cet ouvrage avant de commencer. Il doit aviser le surveillant de tout écart ou problème décelé et attendre ses instructions.

16.3 ÉLÉMENTS DE FONDATION

16.3.1 MASSIF DE FONDATION OU MASSIF D'ANCRAGE

La construction du massif de fondation ou du massif d'ancrage doit être exécutée selon les plans et devis et selon les exigences concernant les fondations ainsi que, selon le mode de fabrication, les ouvrages en béton ou les ouvrages en béton préfabriqués de la section «Ouvrages d'art».

16.3.1.1 Matériaux

16.3.1.1.1 Béton

Le béton doit être conforme à la norme 3101 du Ministère.

Le béton du massif de fondation doit être de type V, V-S, V-P, XIV-C, XVII ou XVII-P. Le béton du massif d'ancrage doit être du même type que celui des éléments en béton armé de l'ouvrage d'art dans lequel il est intégré. Le béton pour coussin de support doit être de type V.

16.3.1.1.2 Acier d'armature

Les armatures et les jonctions mécaniques des barres doivent être conformes à la norme 5101 du Ministère.

La nuance des barres crénelées doit être de 400W.

16.3.1.1.3 Éléments d'ancrage

a) Tige d'ancrage, écrou et rondelle en acier

La tige d'ancrage, l'écrou et la rondelle en acier doivent être conformes à la norme 6201 du Ministère. Lorsqu'un dispositif de rupture requiert l'utilisation d'une tige d'ancrage spéciale, celle-ci doit répondre aux exigences concernant ce dispositif.

Le filetage des tiges d'ancrage et des écrous doit être conforme à la norme ASME B1.1 «Unified Inch Screw Threads (UN and UNR Thread Form)» et être de classe 2A ou 2B, selon le cas.

b) Gaine d'insertion

La gaine d'insertion doit être conforme aux exigences stipulées pour le dispositif de rupture qui la requiert.

c) Fiche

La fiche doit être conforme aux exigences stipulées pour le dispositif de rupture qui la requiert.

16.3.1.1.4 Matériaux granulaires pour coussin de support et remblayage

Les matériaux granulaires pour coussin de support et remblayage doivent être conformes aux exigences des matériaux granulaires des fondations de la section «Ouvrages d'art».

16.3.1.2 Assurance de la qualité

Les matériaux requis pour la construction d'un massif de fondation ou d'un massif d'ancrage doivent répondre aux exigences d'assurance de la qualité concernant les fondations ainsi que, selon le mode de fabrication, les ouvrages en béton ou les ouvrages en béton préfabriqués de la section «Ouvrages d'art». Ces matériaux comprennent le béton, l'armature, les matériaux de cure, l'imperméabilisant à béton, les mortiers cimentaires en sacs, les produits d'ancrage utilisés pour l'ancrage des tiges métalliques et les matériaux granulaires pour le coussin de support et le remblayage.

16.3.1.3 Mise en œuvre

L'excavation et le remblayage sont exécutés selon les exigences concernant l'excavation et la préparation de la fondation pour ouvrages d'art. Par contre, les matériaux provenant des excavations ne peuvent pas être réutilisés à moins d'une indication contraire dans les plans et devis.

L'entrepreneur doit mettre en place un coussin de support conforme aux exigences concernant la fondation des ouvrages d'art.

16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

L'entrepreneur doit réaliser l'assise du massif de fondation avec la précision requise pour assurer la fermeture des joints entre tous les éléments de la structure à construire.

Lorsqu'un massif est bétonné en deux séquences, l'entrepreneur doit attendre que le béton de la première séquence ait durci avant de procéder au bétonnage de la deuxième.

Les éléments d'ancrage de la structure doivent être placés dans les coffrages à l'aide d'un gabarit avant que le béton soit mis en place. L'entrepreneur doit s'assurer de la position des axes des supports verticaux à ancrer au massif de fondation ou au massif d'ancrage. Les gabarits utilisés pour l'installation des éléments d'ancrage doivent comporter des repères d'alignement pour assurer le parallélisme et la verticalité des poteaux, fûts et supports triangulés. Dans le cas des portiques, les supports verticaux doivent être alignés et l'axe du support horizontal doit être perpendiculaire à l'axe de chacun des supports verticaux.

Le nivellement du dessus d'un massif de fondation et la projection hors massif des éléments d'ancrage doivent respecter les critères de projection hors sol du résidu d'un support cédant sous l'impact.

L'entrepreneur doit s'assurer du nivellement d'un massif de fondation ou d'un massif d'ancrage de façon que l'assise d'une poutre triangulée ou d'une poutre caisson soit au même niveau pour les portiques de signalisation aérienne à simple portée. Pour les poutres à double portée ou comptant un ou deux porte-à-faux, l'entrepreneur doit prendre en compte les cambrures de la poutre, l'appui sur le support central pouvant se situer à un niveau différent des appuis sur les supports de rive.

16.3.1.4 Mode de paiement

Le massif de fondation est payé à l'unité. Le prix couvre notamment l'excavation de deuxième classe, le coussin de support, la fourniture du béton, de l'acier d'armature, des éléments d'ancrage, des conduits et accessoires, la mise en œuvre ainsi que le remblayage au niveau final du sol environnant, y compris la fourniture des matériaux de remblai provenant de l'extérieur de l'emprise, et il inclut toute dépense incidente.

En présence de massifs dans le terre-plein et sur les bords de route existants, l'entrepreneur doit également prévoir la réfection des bordures, du pavage, du pavé de béton, de la glissière de sécurité, du béton et des musoirs touchés par les travaux et en inclure le coût dans le prix unitaire.

L'excavation de première classe fait l'objet d'un article particulier au bordereau.

Le massif d'ancrage ne fait l'objet d'aucun article au bordereau. Tous les frais engagés par l'entrepreneur, y compris ceux relatifs aux tiges d'ancrage, pour la réalisation de cet ouvrage sont inclus dans le prix du béton de l'ouvrage dans lequel le massif est intégré.

16.3.2 TUMULUS

16.3.2.1 Mise en œuvre

Lorsqu'un tumulus est requis, il doit être réalisé selon les exigences de l'article « Remblais » de la section « Terrassements ».

La préparation de la surface à engazonner, la pose de la terre végétale et l'engazonnement par plaques (P-1) sur les talus d'un tumulus sont exécutés selon les exigences de la section « Aménagement paysager ».

16.3.2.2 Mode de paiement

La construction du tumulus autour du massif de fondation est payée au mètre cube (y inclus le volume du massif) en tenant compte de son élévation moyenne au-dessus du niveau final du sol environnant. Le prix couvre notamment la fourniture du matériau de remblai, le transport, la mise en œuvre ainsi que le compactage, et il inclut toute dépense incidente.

L'engazonnement du tumulus est mesuré et payé au mètre carré. Le prix inclut la préparation de la surface à engazonner, la pose de la terre végétale et l'engazonnement. Le prix couvre également la fourniture des matériaux, la mise en œuvre ainsi que la reprise de l'engazonnement par plaques (P-1) des portions de surfaces recouvertes par moins de 75 % de pousses d'une hauteur de 150 mm, et il inclut toute dépense incidente.

16.3.3 TRAITEMENT DE SURFACE AUTOUR D'UN MASSIF DE FONDATION

16.3.3.1 Conformité de l'ouvrage

Le traitement de surface autour du massif de fondation doit être conforme à la norme 4301 du Ministère.

16.3.3.2 Mise en œuvre

L'épandage et le compactage d'un matériau granulaire de type MG 20 sont réalisés sur une épaisseur de 150 mm. Une émulsion de bitume compatible avec le granulat est épandue au taux de 1,40 l/m². Le granulat TS4 est épandu en surface au taux de 15 kg/m² et légèrement densifié.



16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

16.3.3.3 Mode de paiement

Le traitement de surface autour du massif de fondation, lorsqu'il est exécuté, est payé au mètre carré selon les dimensions théoriques (y inclus la surface occupée par le massif de fondation) indiquées aux plans et devis. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

16.4 STRUCTURES D'ÉQUIPEMENT ROUTIER

16.4.1 PORTÉE DES TRAVAUX

Les structures d'équipement routier comprennent les structures de signalisation et les structures électrotechniques.

Les articles qui suivent décrivent les exigences générales relatives aux matériaux et méthodes utilisés dans la construction et la réparation des structures.

La structure comprend l'ensemble des ouvrages en acier, en aluminium ou en bois, la plaque d'identification et tous les accessoires.

16.4.1.1 Structure de signalisation

Les structures de signalisation comprennent les structures de signalisation latérale ainsi que les structures de signalisation aérienne.

16.4.1.2 Structures électrotechniques

Les structures électrotechniques comprennent les structures d'éclairage, de signaux lumineux, d'alimentation électrique et des autres systèmes électrotechniques.

16.4.1.2.1 Structure d'éclairage

a) Lampadaire

Les éléments structuraux composant la structure d'éclairage d'un lampadaire comprennent notamment le fût muni d'une plaque d'identification et d'une protection antirongeur, la potence et le caisson de sécurité.

b) Haut-mât

Les éléments structuraux composant la structure d'éclairage d'un haut-mât comprennent notamment le fût muni d'une plaque d'identification et d'une protection antirongeur, la couronne mobile et le mécanisme de levage.

c) Montage en surface

L'installation sous les ponts d'étagement est nommée «montage en surface». Les éléments structuraux composant le montage en surface comprennent notamment tous les éléments de

support, y compris la plaque d'interface, les ancrages et les accessoires ainsi que la plaque d'identification.

16.4.1.2.2 Structure de signaux lumineux

a) Feux de circulation

Les éléments structuraux composant la structure de signaux lumineux d'un feu de circulation comprennent notamment le fût muni d'une plaque d'identification, la potence, la console, le piédestal, si requis, ainsi que le caisson de sécurité ou le caisson de service électrique.

b) Feux clignotants sur potence

Les éléments structuraux composant la structure de signaux lumineux d'un feu clignotant sur potence comprennent notamment le fût muni d'une plaque d'identification et d'une protection antirongeur, la potence ainsi que le caisson de sécurité ou le caisson de service électrique.

c) Feux clignotants sur câble porteur

Les éléments structuraux composant la structure de signaux lumineux d'un feu clignotant sur câble porteur comprennent notamment les fûts munis d'une plaque d'identification et d'une protection antirongeur, le câble porteur en acier galvanisé et les haubans.

d) Feux clignotants pour panneau de prescription ou de danger

Les éléments structuraux composant la structure d'un feu clignotant (lanterne) installé sur le panneau de prescription ou de danger comprennent notamment le panneau, le ou les fûts munis d'une plaque d'identification et, si requis, une protection antirongeur.

e) Feux rectangulaires à clignotement rapide

Les éléments structuraux composant la structure du feu rectangulaire à clignotement rapide comprennent notamment le fût muni d'une plaque d'identification et, si requis, une protection antirongeur ainsi que le caisson de sécurité.

16.4.1.2.3 Structure pour autres systèmes électrotechniques

Les structures pour autres systèmes électrotechniques comprennent, sans toutefois s'y limiter, les structures qui supportent les caméras, les panneaux à messages variables, les stations météorologiques et les cinémomètres.

Les structures pour autres systèmes électrotechniques comprennent notamment le fût muni d'une plaque d'identification et d'une protection antirongeur et, si requis, la potence, le support ou la console ainsi que le caisson de sécurité.

16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

16.4.1.2.4 Structure d'alimentation électrique

Les éléments structuraux composant la structure d'alimentation électrique comprennent notamment le fût muni d'une plaque d'identification et d'une protection antirongeur et le caisson de service électrique en acier.

16.4.2 CONFORMITÉ DE L'OUVRAGE

La structure d'équipement routier doit répondre aux exigences du chapitre 6 « Structures d'équipement routier » du *Tome III – Ouvrages d'art*, de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

La conception et l'installation des structures doivent être conformes aux exigences concernant les ouvrages en acier et en aluminium ou concernant les ouvrages en bois, selon le cas, de la section « Ouvrages d'art ».

En plus de satisfaire à la norme CSA S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers », la conception et le dimensionnement des structures doivent tenir compte des stipulations des avis techniques disponibles sur le site Web du Ministère pour les supports cédant sous l'impact qui sont homologués.

16.4.3 MATÉRIAUX

16.4.3.1 Acier

L'acier doit être conforme aux exigences concernant l'acier de construction relatif aux ouvrages en acier et en aluminium de la section « Ouvrages d'art ».

La protection contre la corrosion des ouvrages en acier doit être faite selon les exigences relatives à la galvanisation de la section « Ouvrages d'art ».

Les structures doivent avoir une couleur uniforme sur toute leur longueur. À défaut de se conformer à cette exigence, ces éléments doivent être recouverts d'une nouvelle couche de protection conforme aux exigences.

16.4.3.2 Aluminium

À l'exception des structures de signalisation aérienne à section caisson en aluminium, les structures en aluminium doivent être composées de pièces sans soudures longitudinales.

Lorsqu'une pièce est munie d'un manchon de renfort, la fabrication doit être telle que le manchon et la pièce renforcée soient bien solidaires.

Le fini des surfaces doit être uniforme et d'un poli brillant de type « 80 grit ». Les arêtes aiguës doivent être arrondies et les surfaces, enduites de cire de silicone.

Les structures en aluminium doivent être débarrassées de toute poussière ou graisse.

16.4.3.3 Bois

Le bois doit être conforme aux exigences de la norme 11101 du Ministère.

Lorsque cela est stipulé aux plans et devis des structures de signalisation latérale, le bois doit recevoir un traitement de préservation. Toutes les pièces de bois entrant dans la construction d'un même ouvrage doivent recevoir le même type de traitement.

Le bois des poteaux ronds supportant les fils d'alimentation électrique ou devant supporter des équipements de signalisation lumineuse ou d'éclairage doit répondre aux exigences stipulées pour les poteaux ronds destinés aux lignes de transport d'énergie électrique.

16.4.3.4 Dispositif de rupture

Le dispositif de rupture inclut la base cédant sous l'impact, et, selon le type de structure, le joint à articulation et l'attache friable.

16.4.3.5 Plaque d'identification

La plaque d'identification est fabriquée en alliage d'aluminium 3003-H14 de 0,8 mm d'épaisseur. Elle est traitée au chromate et reçoit ensuite une application d'email thermodurcissant DURACRON, série 630, de couleur noire, avec lustre de 15 % pour toutes les structures, sauf pour signaler les massifs de tirage où elle est de couleur rouge. La cuisson de l'email s'effectue à 232 °C.

16.4.3.6 Fûts, potences et couronnes mobiles

L'entrepreneur doit fournir des fûts, des potences et des couronnes mobiles fabriqués d'un même matériau et provenant du même fabricant. Les matériaux doivent être compatibles entre eux, tant au point de vue de la résistance structurale et mécanique que du mode de fixation au fût.

16.4.3.7 Boulons, écrous, rondelles et quincaillerie pour le bois

Les boulons, écrous, rondelles et la quincaillerie pour le bois doivent être conformes aux exigences de la norme 6201 du Ministère.

16.4.4 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

L'acier, l'aluminium et le bois requis pour la construction d'une charpente doivent être conformes aux exigences d'assurance de la qualité concernant l'acier de construction, l'aluminium et le bois relatifs aux ouvrages en acier et en aluminium ou aux ouvrages en bois de la section « Ouvrages d'art ».

16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

16.4.4.1 Homologation des supports cédant sous l'impact

L'entrepreneur doit utiliser un support cédant sous l'impact homologué s'il s'agit d'un support d'un des types suivants :

- poteau monolithique planté directement dans le sol (structure L7X);
- poteau monolithique planté directement dans le sol (structures L6X-1);
- poteau assemblé à une fiche par emboîtement (structures L6X-2);
- poteau assemblé à une fiche à l'aide d'un manchon (structures L6X-3);
- poteau assemblé à une fiche à l'aide d'une base à plan de glissement (structures L6X-4);
- caisson de sécurité;
- caisson de service électrique;
- système de coupleurs fragilisés pour structures de supersignalisation latérale (structures L2X).

Pour les supports cédant sous l'impact homologués, l'entrepreneur doit satisfaire aux exigences de la présente section ainsi qu'aux exigences stipulées dans les avis techniques disponibles sur le site Web du Ministère.

16.4.4.2 Attestation de conformité des supports cédant sous l'impact

Pour chaque livraison de supports cédant sous l'impact, l'entrepreneur doit fournir au Ministère une attestation de conformité contenant l'information suivante :

- le nom du fournisseur;
- le nom du fabricant;
- la date de fabrication;
- le lieu de production;
- l'identification des éléments homologués utilisés dans les structures à construire;
- une attestation de conformité aux normes ministérielles;
- l'identification du marquage;
- une attestation de la composition des matériaux servant à la fabrication des pièces;
- les caractéristiques des pièces (les dimensions nominales, la nuance d'acier, l'alliage d'aluminium, le numéro de coulée, les résultats des analyses et essais);
- le numéro du lot de production.

16.4.5 MISE EN ŒUVRE

La structure d'équipement routier doit être montée selon les exigences concernant les ouvrages en acier et en aluminium ou les ouvrages en bois de la section «Ouvrages d'art», et conformément aux plans et devis, aux plans d'atelier et aux recommandations du fabricant.

Les travaux de remblayage du massif de fondation jusqu'à l'élévation requise du terrassement final ou du tumulus requis au plan, y inclus également les éléments de drainage associés, doivent être terminés avant d'y fixer un ou des éléments de structure.

Les modules ou segments de la structure doivent être manipulés et placés à l'aide d'une grue, d'élingues et d'anneaux de levage. Le fabricant de la structure doit indiquer les points de levage permis. La manutention, le stockage et le transport de tous les éléments doivent être effectués de façon à éliminer les risques d'endommagement. À moins d'indication contraire, les poteaux, les fûts et les supports verticaux triangulés doivent être placés à la verticale.

L'entrepreneur doit obtenir l'autorisation du surveillant avant de modifier ou de couper la structure sur le chantier.

L'usage d'un outil électrique ou à percussion est interdit pour le serrage des boulons. Pour le serrage des boulons requérant un couple de serrage spécifique, l'entrepreneur doit utiliser une clé dynamométrique calibrée adéquatement.

La plaque d'identification est fixée au moyen de rivets en aluminium. L'identification se fait sur chaque support vertical et sur chaque segment d'une poutre triangulée, d'une poutre caisson, d'une potence ou autre support horizontal de la structure.

Le dispositif antivibration doit être installé en permanence.

Les structures fichées dans le sol doivent être installées en respectant les avis techniques disponibles sur le site Web du Ministère pour les structures L6X.

16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

16.4.5.1 Ouvrage existant

L'enlèvement et la démolition d'ouvrages existants doivent satisfaire aux exigences concernant la démolition des ouvrages existants pour les ouvrages d'art, ponceaux et égouts pluviaux, en plus des stipulations suivantes :

- les structures doivent être démontées en cisailant les boulons, sans utiliser un chalumeau ou une scie. Les structures doivent alors être remises au Ministère;
- l'entrepreneur doit effectuer le régalage du terrain avec de la terre arable et procéder à un ensemencement mécanique (M-1), selon les exigences d'aménagement paysager concernant l'ensemencement mécanique ou hydraulique.

16.4.6 MODE DE PAIEMENT

16.4.6.1 Structure de signalisation

La structure de signalisation est payée à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et des accessoires, le contrôle des soudures, la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

16.4.6.2 Structures électrotechniques

16.4.6.2.1 Structure d'éclairage

a) Lampadaire

Les éléments structuraux composant le lampadaire sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et des accessoires, le contrôle des soudures, la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

b) Haut-mât

Les éléments structuraux composant le haut-mât sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et des accessoires, le contrôle des soudures, la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

16.4.6.2.2 Structure de signaux lumineux

a) Feux de circulation

Les éléments structuraux composant le feu de circulation sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et des accessoires, le contrôle des soudures, la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

b) Feux clignotants sur potence

Les éléments structuraux composant le feu clignotant sur potence sont payés à l'unité. Le prix

couvre notamment la fourniture des matériaux et des accessoires, le contrôle des soudures, la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

c) Feux clignotants sur câble porteur

Les éléments structuraux composant le feu clignotant sur câble porteur sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et des accessoires, le contrôle des soudures, la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

d) Feux clignotants pour panneau de prescription ou de danger

Les éléments structuraux composant le feu clignotant pour panneau de prescription ou de danger sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et des accessoires, le contrôle des soudures, la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

e) Feux rectangulaires à clignotement rapide

Les éléments structuraux composant le feu rectangulaire à clignotement rapide sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et des accessoires, le contrôle des soudures, la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

16.4.6.2.3 Structure pour autres systèmes électrotechniques

Les éléments structuraux composant les structures pour autres systèmes électrotechniques sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et des accessoires, le contrôle des soudures, la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

16.4.6.2.4 Structure d'alimentation électrique

Les éléments structuraux composant les structures d'alimentation électrique sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux et des accessoires, le contrôle des soudures, la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

16.4.6.3 Enlèvement et démolition

L'enlèvement et la démolition ou le démantèlement d'un ouvrage sont payés à prix global ou à l'unité. Le prix couvre notamment le démontage des structures, l'excavation, la démolition des massifs, le remplissage des excavations, le régalage du terrain avec de la terre arable, l'ensemencement ainsi que la mise au rebut des matériaux. Le prix inclut également le transport de la structure démantelée au site d'entreposage ou de mise au rebut, selon le cas, et il inclut toute dépense incidente.

16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

16.5 PANNEAUX DE SIGNALISATION

Les panneaux de signalisation sont faits de profilés ou de tôle en aluminium. Les signaux lumineux intégrés dans un panneau de signalisation doivent être conformes aux exigences concernant la signalisation verticale lumineuse.

16.5.1 MATÉRIAUX

16.5.1.1 Pellicule rétro réfléchissante

La pellicule rétro réfléchissante destinée à recouvrir les tôles d'aluminium doit être conforme à la norme 14101 du Ministère.

16.5.2 MISE EN ŒUVRE

16.5.2.1 Livraison et assemblage des panneaux

Les panneaux fabriqués à partir de profilés d'aluminium et dont la hauteur n'excède pas 3050 mm sont assemblés d'avance avec des raidisseurs en « T » boulonnés au dos de ces derniers au lieu de fabrication des panneaux.

Les panneaux dont la hauteur excède 3050 mm sont fabriqués en 2 sections et plus. L'entrepreneur doit donc les assembler au chantier et remplacer les raidisseurs en « T » temporairement boulonnés à l'usine par des raidisseurs pleine longueur fournis en quantité suffisante pour chacun des panneaux, avec les boulons nécessaires.

L'assemblage des panneaux de plus de 3050 mm de hauteur est inclus dans l'installation des panneaux.

À la suite de l'assemblage des sections de panneaux, tous les raidisseurs en « T » temporaires doivent être retournés par l'entrepreneur au Centre de services d'Anjou ou de Québec.

16.5.2.2 Plan de montage et installation des panneaux de signalisation

L'installation des panneaux de signalisation doit être exécutée selon les exigences du *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

L'entrepreneur doit prendre les dispositions nécessaires pendant le transport, la manutention, l'entreposage et l'installation des panneaux de signalisation pour éviter d'altérer la pellicule et tout autre composant du panneau de signalisation.

L'entrepreneur doit remettre au surveillant un plan de montage du panneau de signalisation au moins 3 jours avant de procéder au montage. Le montage est considéré comme un ouvrage provisoire.

Le plan de montage doit décrire la méthode préconisée pour l'installation du panneau de signalisation. Pour des ouvrages existants, le plan de montage doit aussi inclure le démontage d'un panneau existant.

Le plan de montage doit prévoir une méthode sécuritaire de préhension à utiliser pour attacher le panneau de signalisation lors de sa manutention, lors du levage et jusqu'à l'installation sur la structure et inclure une description des opérations aux différentes étapes de la fixation des attaches du panneau de signalisation.

La méthode de levage doit respecter les exigences de l'ouvrage *Gréage et levage : guide de sécurité*. Lors du levage, il est interdit de fixer l'appareil de levage aux boulons insérés dans les rainures du haut du panneau.

Le plan de montage doit être signé et scellé par un ingénieur.

L'entrepreneur doit informer les travailleurs de l'existence du plan de montage et de la méthode de levage.

16.5.2.3 Attaches d'un panneau de signalisation

Les attaches qui retiennent le panneau à la structure doivent être telles qu'elles sont indiquées aux plans. Elles sont fournies et installées par l'entrepreneur.

Dans le cas des structures en aluminium, les attaches qui retiennent le panneau doivent être en aluminium ou en acier inoxydable.

Lorsqu'un panneau doit être installé directement sur une structure en aluminium au moyen de sangles métalliques en acier inoxydable ou en aluminium, l'entrepreneur doit utiliser un système d'attaches qui n'entraîne pas la corrosion du métal. Une bande de protection en néoprène doit être placée entre la structure et la sangle métallique, de façon à éviter tout contact direct. La bande de néoprène doit être interrompue en 3 endroits sur 25 mm de longueur, de façon à faciliter l'égouttement de l'eau.

16.5.3 MODE DE PAIEMENT

Les panneaux de signalisation sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la fabrication, le transport ainsi que la mise en œuvre et il inclut toute dépense incidente.



16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

16.6 ÉLECTRICITÉ

16.6.1 PORTÉE DES TRAVAUX

L'électricité englobe les éléments servant à fournir l'énergie électrique aux systèmes électrotechniques.

Les travaux comprennent notamment :

- l'excavation et le remblayage des tranchées;
- les gaines;
- le conduit électrique;
- le tirage et la jonction;
- les câbles électriques;
- les boucles de détection préfabriquées;
- l'alimentation électrique;
- la distribution et le contrôle électrique.

16.6.2 MATÉRIAUX

16.6.2.1 Documents requis

L'entrepreneur doit remettre au Ministère les caractéristiques et les fiches techniques de toutes les pièces et de tous les accessoires et matériaux électriques qu'il veut utiliser. La pièce et le nom du fabricant doivent être indiqués sur chacun de ces documents. Tous ces documents doivent être transmis au Ministère en un seul envoi.

16.6.3 EXCAVATION ET REMBLAYAGE DE TRANCHÉES

16.6.3.1 Excavation de première classe et remblayage

Cette catégorie comprend les tranchées ou sections de tranchées dont la totalité ou une partie de la profondeur du sol excavé est constituée d'un matériau d'excavation de première classe.

16.6.3.1.1 Mise en œuvre

Les excavations sont exécutées selon les exigences concernant l'excavation et la préparation de la fondation pour ouvrages d'art.

La profondeur de la tranchée est de 300 mm en contrebas du niveau du roc, à moins que la profondeur totale de la tranchée atteigne 1,5 m avant de satisfaire à cette exigence.

Le coussin de support, l'enrobement des conduits et le remblayage de la tranchée jusqu'au niveau du roc adjacent sont faits avec un béton de type XII selon la norme 3101 du Ministère. Le remblayage au-dessus du niveau supérieur du roc se fait par couches distinctes, d'une épaisseur maximale de 300 mm avec un matériau de même nature, calibre et compacité que celui de chacune des couches adjacentes.

16.6.3.1.2 Mode de paiement

L'ouvrage d'excavation de première classe et de remblayage de tranchées est payé au mètre. La longueur est mesurée de centre en centre des massifs. Le prix couvre notamment l'assèchement, la fourniture et la mise en place du béton, le remblayage du reste de la tranchée, la fourniture et l'installation du ruban indicateur, la pose de terre végétale, l'ensemencement, le nettoyage ainsi que le régalinge final du terrain, et il inclut toute dépense incidente.

16.6.3.2 Excavation de deuxième classe et remblayage

Cette catégorie comprend les tranchées ou sections de tranchées dont la totalité de la profondeur du sol excavé est constituée d'un matériau d'excavation de deuxième classe.

16.6.3.2.1 Mise en œuvre

Les excavations sont exécutées selon les exigences concernant l'excavation et la préparation de la fondation pour ouvrages d'art.

Le coussin de support et l'enrobement des conduits jusqu'à 150 mm au-dessus de leur ligne supérieure sont faits avec un matériau granulaire conforme à la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », « Partie III : Coussin granulaire, enrobage, couche anticontaminante et couche filtrante ». L'entrepreneur doit remettre au surveillant une attestation de conformité qui répond aux exigences d'assurance de la qualité de l'article « Fondations » de la section « Ouvrages d'art ».

Le remblayage au-dessus de la ligne d'enrobement se fait par couches distinctes, d'une épaisseur maximale de 300 mm avec un matériau de même nature, calibre et compacité que celui de chacune des couches adjacentes.

L'entrepreneur doit installer un ruban indicateur sur toute la longueur des tranchées et à la profondeur indiquée sur les plans, conformément à la norme CSA C22.10 « Code de l'électricité du Québec – Code canadien de l'électricité ».

16.6.3.2.2 Mode de paiement

L'ouvrage d'excavation de deuxième classe et de remblayage de tranchées est payé au mètre. La longueur est mesurée de centre en centre des massifs. Le prix couvre notamment l'excavation, l'assèchement, la fourniture, la mise en place du coussin de support, le remblayage du reste de la tranchée, la fourniture et l'installation du ruban indicateur, la pose de terre, l'ensemencement, le nettoyage ainsi que le régalinge final du terrain, et il inclut toute dépense incidente.

16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

16.6.3.3 Coupe et réfection du revêtement

16.6.3.3.1 Mise en œuvre

Lorsque la tranchée traverse un revêtement, l'entrepreneur doit délimiter, avant l'excavation, la coupe du revêtement au moyen d'un trait de scie. Le revêtement doit être refait tel que le revêtement déjà en place.

16.6.3.3.2 Mode de paiement

L'ouvrage de coupe et réfection du revêtement est payé au mètre carré. Le prix couvre notamment la coupe du revêtement, la fourniture ainsi que la mise en œuvre du nouveau revêtement, et il inclut toute dépense incidente.

16.6.4 GAINES

Les gaines sous la chaussée sont installées soit par excavation, soit par excavation sans tranchée.

16.6.4.1 Matériaux

Les gaines installées par excavation sans tranchée doivent être conformes à la norme ASTM A53/A53M « Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless ».

16.6.4.2 Mise en œuvre

L'installation de gaines par excavation et remblayage doit être effectuée selon les exigences concernant le tuyau en tôle pour les ouvrages d'art, ponceaux et égouts pluviaux.

L'entrepreneur doit colmater les extrémités des gaines de manière à contrer l'intrusion de matériaux granulaires à l'intérieur de celles-ci et de façon à ce qu'elles puissent être réouvertes afin de procéder à l'ajout de conduits supplémentaires. La méthode doit être préalablement approuvée par le surveillant.

16.6.4.3 Mode de paiement

La gaine installée par excavation est payée au mètre. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, l'excavation, le remblayage ainsi que la coupe et la réfection du revêtement, et il inclut toute dépense incidente.

La gaine installée par excavation sans tranchée est payée au mètre. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que les travaux en excavation sans tranchée, la remise des lieux dans leur état initial, et il inclut toute dépense incidente.

16.6.5 CONDUIT ÉLECTRIQUE

16.6.5.1 Portée des travaux

Les conduits électriques comprennent l'ensemble des coudes, raccords, conduits, réduits,

joints de dilatation, joints de dilatation et de flexion, et les accessoires nécessaires pour relier entre eux tous les composants d'un système.

16.6.5.2 Matériaux

Les conduits doivent respecter les exigences de la norme 8107 du Ministère.

16.6.5.3 Mise en œuvre

L'installation des conduits doit se faire selon les recommandations du fabricant.

Tous les coudes et raccords doivent être préformés en usine. Aucun pliage ou déformation ni aucune décoloration ne sont acceptés sur les conduits.

Tous les coudes, raccords et rallonges décentrées des conduits non métalliques doivent être collés. Les surfaces filetées et les surfaces en contact doivent être nettoyées avec un apprêt recommandé par le fabricant avant l'application de la colle à solvant.

Après l'installation, l'entrepreneur nettoie l'intérieur des conduits électriques et y introduit un câble de nylon de 6 mm pour le tirage des câbles électriques. Enfin, il obstrue les extrémités à l'aide d'un capuchon vissé ou sous pression.

Lorsque le réseau de canalisation est composé de conduits en acier galvanisé ou en alliage d'aluminium, l'installation d'un collet, muni d'un dispositif pour la continuité des masses et fabriqué du même matériau que le conduit, est requise à chaque extrémité.

16.6.5.4 Assurance de la qualité – Contrôle de réception

L'entrepreneur doit, en présence du surveillant, vérifier la continuité des conduits à l'aide d'une boule mesurant 80 % du diamètre du conduit et fabriquée d'un matériau rigide non déformable. Si la boule ne circule pas librement, l'entrepreneur doit nettoyer ou remplacer le conduit électrique.

16.6.5.5 Mode de paiement

Les conduits sont payés au mètre. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la mise en œuvre ainsi que la vérification, et il inclut toute dépense incidente.

Les conduits enfouis sont mesurés parallèlement à la tranchée, de centre en centre des massifs. La longueur supplémentaire pour les montées dans le massif est comprise dans le prix unitaire du massif.

16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

Le joint de dilatation et le joint de dilatation et de flexion sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

16.6.6 TIRAGE ET JONCTION

16.6.6.1 Portée des travaux

La boîte de tirage est constituée d'une boîte, de son couvercle et d'un poteau de type L7X supportant une plaque d'identification. Aucune épissure n'est tolérée à l'intérieur des boîtes de tirage.

La boîte de jonction est constituée d'une boîte, de son couvercle et d'un poteau de type L7X supportant une plaque d'identification. Les épissures sur les câbles électriques sont permises à l'intérieur des boîtes de jonction. Elles doivent être faites selon les méthodes et au moyen de matériaux approuvés pour cet usage.

Le raccordement à la culée d'une structure comprend une boîte de tirage pour structure, un conduit relié à celle-ci et ses accessoires ainsi que des boulons de fixation. Ce dispositif doit permettre de raccorder le conduit souterrain au conduit de la structure.

16.6.6.2 Mise en œuvre

L'excavation et le remblayage sont exécutés selon les exigences stipulées pour l'excavation et la préparation de la fondation pour ouvrages d'art, ponceaux et égouts pluviaux. Dans le cas des boîtes de tirage et de jonction, la mise en œuvre inclut également la mise en place du coussin de support.

Le coussin de support est fait avec un matériau granulaire qui répond aux exigences sur les matériaux de l'article «Fondations» de la section «Ouvrages d'art». L'entrepreneur doit remettre au surveillant une attestation de conformité qui satisfait aux exigences d'assurance de la qualité de l'article «Fondations» de la section «Ouvrages d'art».

16.6.6.3 Mode de paiement

La boîte de tirage, la boîte de jonction, le point de jonction et le raccordement à la culée sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

16.6.7 CÂBLE ÉLECTRIQUE

16.6.7.1 Matériaux

Les câbles électriques doivent respecter les exigences des normes de la série 8200 du chapitre 8 «Matériaux électriques» du *Tome VII – Matériaux* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

16.6.7.2 Mise en œuvre

Aucune épissure n'est tolérée, sauf aux endroits stipulés aux plans et devis. Le code des couleurs doit être le suivant :

- vert pour la mise à la terre ou de continuité des masses;
- blanc ou gris pour le neutre;
- noir pour L1, rouge pour L2, lorsque la tension est à 120/240 V;
- rouge pour la phase A, noir pour la phase B et bleu pour la phase C, lorsque la tension est à 347/600 V.

Le câble monoconducteur doit être placé dans un conduit. Un lubrifiant recommandé par le fabricant des câbles doit être utilisé pour faciliter le tirage. Aux extrémités du conduit, l'entrepreneur doit prévoir la présence d'un ouvrier qui guide les câbles ou l'utilisation d'une poulie fixée sur le massif, de façon à éviter le frottement des câbles sur le rebord de ce même conduit. Tous les câbles passant dans un même conduit doivent être tirés simultanément.

L'entrepreneur doit identifier clairement les conducteurs de distribution dans les boîtes de jonction, les points de jonction et, lorsqu'il y a plus d'un circuit, dans les boîtes de tirage et au niveau de la porte d'accès des fûts. Pour ce faire, il utilise des bagues en vinyle de couleur blanche ou jaune avec lettrage noir. Ces bagues doivent avoir un diamètre correspondant au calibre du conducteur à identifier.

Lorsqu'il y a un joint sur le parcours d'un circuit, l'entrepreneur doit faire, avec les câbles, une boucle de 1 m de longueur dans les bases des fûts adjacents et dans les boîtes de tirage.

Un conducteur en cuivre toronné, de calibre approprié et exempt d'épissures est installé dans la tranchée près du conduit ou du câble armé et introduit dans chacun des massifs par le conduit de polyéthylène installé à cette fin. Ce conducteur doit excéder, d'une longueur conforme à celle qui est indiquée au mode de paiement, la surface supérieure du massif pour permettre de le fixer à la borne prévue à cet effet à l'intérieur du fût.

16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

16.6.7.3 Mode de paiement

Le câble électrique est payé au mètre, y compris les épissures et les accessoires. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Les câbles électriques souterrains sont mesurés parallèlement au conduit ou à la tranchée, de centre en centre des massifs, plus :

- une longueur de 3 m par montée pour chacun des câbles dans un massif;
- une longueur de 4 m par montée pour l'alimentation et la distribution;
- une longueur de 1 m lorsqu'il y a un caisson de sécurité ou un caisson de service électrique, en sus de la longueur supplémentaire précédemment stipulée, à savoir 3 m;
- une longueur globale de 4 m pour chacun des câbles passant à l'intérieur d'un massif de tirage;
- une longueur de 1 m pour chacun des câbles d'un raccordement à la culée, d'une boîte de tirage ou d'une boîte de jonction.

Le câble aérien est mesuré de centre en centre des poteaux de support, y compris les longueurs supplémentaires pour les raccordements.

16.6.8 BOUCLE DE DÉTECTION PRÉFABRIQUÉE

16.6.8.1 Portée des travaux

La boucle de détection préfabriquée pour signaux lumineux comprend les boucles de détection, les conduits constituant la boucle et son approche jusqu'à la bordure du revêtement, les câbles électriques et les accessoires.

16.6.8.2 Matériaux

La boucle de détection préfabriquée doit respecter les exigences des normes de la série 8500 du chapitre 8 « Matériaux électriques » du *Tome VII – Matériaux* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

16.6.8.3 Mise en œuvre

La boucle de détection préfabriquée ne doit pas être installée à moins de 50 mm de toute structure ou de tout treillis métallique et à moins de 100 mm de la surface du revêtement. À l'emplacement des conduits constituant la boucle et son approche jusqu'en bordure du revêtement, l'entrepreneur doit, s'il y a lieu, couper au moyen d'une scie le revêtement sur une largeur de 75 mm et le mettre au rebut.

L'entrepreneur doit introduire les câbles torsadés dans le conduit en PVC qui joint la boîte de tirage, la boîte de jonction ou le massif de fondation au raccord en « T » de la boucle.

Le conduit et la boucle sont retenus en place à l'aide de crampillons métalliques à chaque mètre de longueur. La tranchée doit être comblée en une seule opération avec l'enrobé stipulé aux plans et devis.

De plus, l'entrepreneur doit raccorder tous ces équipements dans le coffret de distribution et contrôle. Il doit également s'assurer du bon fonctionnement de chacune des boucles de détection installées.

16.6.8.4 Mode de paiement

La boucle de détection préfabriquée est payée à l'unité. Le prix couvre notamment la coupe et la réfection du revêtement, la fourniture des matériaux jusqu'à la bordure du revêtement ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

16.6.9 ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

16.6.9.1 Portée des travaux

L'alimentation électrique comprend notamment le coffret de branchement, la tête de branchement, les tiges ou la plaque de mise à la terre, les conduits d'aluminium, les câbles électriques permettant de se relier au réseau électrique, l'embase de compteur, si requis, ainsi que tous les accessoires.

Lorsque le coffret de branchement et le coffret de distribution et de contrôle sont installés sur la même structure, l'alimentation électrique comprend également le conduit et les câbles entre ces deux coffrets.

16.6.9.2 Matériaux

L'alimentation électrique doit être conforme au chapitre 8 « Matériaux électriques » du *Tome VII – Matériaux* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

16.6.9.2.1 Documents requis

Tous les documents doivent être transmis au Ministère en un seul envoi et comprendre l'information décrite ci-après.

a) Coffret de branchement

L'entrepreneur doit remettre au Ministère les caractéristiques et les fiches techniques de toutes les pièces et de tous les accessoires et matériaux électriques qu'il veut utiliser. La pièce et le nom du fabricant doivent être indiqués sur chacun de ces documents.

16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

Pour les coffrets de branchement, l'entrepreneur doit fournir les plans d'atelier signés et scellés par un ingénieur.

b) Câble électrique

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des câbles électriques et des matériaux composant les épissures.

c) Conduit électrique

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des conduits électriques, des joints de dilatation et des joints de dilatation et de flexion.

d) Accessoires

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique de la tige ou de la plaque de mise à la terre des autres pièces composantes.

16.6.9.3 Mise en œuvre

Avant le début des travaux, l'entrepreneur doit vérifier l'emplacement du point de raccordement avec le fournisseur d'énergie électrique et le surveillant.

Les travaux consistent, mais sans s'y limiter, à :

- fournir et installer la tête d'entrée et les conduits d'aluminium;
- fournir et installer les câbles électriques à l'intérieur de la structure d'alimentation électrique;
- fournir et installer l'isolateur;
- fournir, installer et raccorder le ou les coffrets de branchement, y inclus la plaque d'identification du coffret;
- fournir et installer le conducteur, le conduit, les boîtes d'accès et les tiges ou les plaques de mise à la terre.

16.6.9.4 Mode de paiement

L'alimentation électrique est payée à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la mise en œuvre et les accessoires, et il inclut toute dépense incidente.

16.6.10 DISTRIBUTION ET CONTRÔLE ÉLECTRIQUE

16.6.10.1 Portée des travaux

La distribution et le contrôle électrique comprennent notamment les coffrets, les conduits d'aluminium ainsi que tous les accessoires.

16.6.10.2 Matériaux

La distribution et le contrôle électrique et leurs composants doivent être conformes au chapitre 8 « Matériaux électriques » du *Tome VII – Matériaux* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

16.6.10.2.1 Documents requis

Tous les documents doivent être transmis au Ministère en un seul envoi et comprendre l'information décrite ci-après.

a) Coffret de distribution et contrôle

L'entrepreneur doit remettre au Ministère les caractéristiques et les fiches techniques de toutes les pièces et de tous les accessoires et matériaux électriques qu'il veut utiliser. La pièce et le nom du fabricant doivent être indiqués sur chacun de ces documents.

Pour les coffrets de distribution et de contrôle, l'entrepreneur doit fournir les plans d'atelier signés et scellés par un ingénieur.

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique de tous les composants du ou des coffrets. Ce ou ces coffrets doivent être identifiés par une plaque d'identification.

b) Câble électrique

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des câbles électriques et des matériaux composant les épissures.

c) Conduit électrique

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des conduits électriques, des joints de dilatation et des joints de dilatation et de flexion.

d) Accessoires

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des autres pièces composantes.

16.6.10.3 Mise en œuvre

Les travaux consistent, mais sans s'y limiter, à :

- fournir et installer les conduits d'aluminium;
- fournir et installer les câbles électriques à l'intérieur de la structure d'alimentation électrique ou de la structure;
- fournir, installer, raccorder et configurer le coffret de distribution et de contrôle, y inclus la plaque d'identification;
- fournir et installer les accessoires.

16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

De plus, l'entrepreneur doit identifier clairement, à l'intérieur des coffrets, les conducteurs de distribution. Pour ce faire, il utilise des bagues en vinyle de couleur blanche ou jaune avec lettrage noir. Ces bagues doivent avoir un diamètre correspondant au calibre du conducteur à identifier.

16.6.10.4 Mode de paiement

La distribution et le contrôle électrique sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la mise en œuvre et les accessoires, et il inclut toute dépense incidente.

16.7 SYSTÈMES ÉLECTROTECHNIQUES

16.7.1 SYSTÈMES DE SIGNAUX LUMINEUX

16.7.1.1 Portée des travaux

Les systèmes de signaux lumineux comprennent les systèmes de feux de circulation, de feux clignotants ainsi que tout autre système comportant un panneau de signalisation (prescription ou danger) accompagné de feux clignotants.

Le système de feux de circulation comprend notamment les éléments suivants :

- le massif de fondation;
- la structure de signaux lumineux;
- l'unité de feux de circulation;
- l'électricité.

Le système de feux clignotants comprend notamment les éléments suivants :

- le massif de fondation;
- la structure de signaux lumineux;
- l'unité de feux clignotants;
- l'électricité.

Le système comportant un panneau de signalisation (prescription ou danger) accompagné de feux clignotants comprend notamment les éléments suivants :

- le massif de fondation;
- la structure de signaux lumineux;
- le panneau de signalisation;
- les lanternes;
- l'électricité.

16.7.1.1.1 Unité de feux de circulation

L'unité de feux de circulation inclut notamment la tête de feux de circulation, les lanternes, les câbles électriques, les têtes de feux à décompte

numérique pour piétons, les détecteurs lumineux pour piétons, les attaches et les supports ainsi que les accessoires.

16.7.1.1.2 Unité de feux clignotants

L'unité de feux clignotants inclut notamment la tête de feux clignotants, les lanternes, les câbles électriques, les attaches et les supports ainsi que les accessoires.

16.7.1.1.3 Lanterne pour panneau de signalisation (prescription ou danger)

La lanterne pour panneau de signalisation (prescription ou danger) inclut notamment les câbles électriques, les attaches et les supports ainsi que les accessoires.

16.7.1.2 Matériaux

Les matériaux électriques doivent être conformes aux normes du chapitre 8 « Matériaux électriques » du *Tome VII – Matériaux* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

16.7.1.2.1 Documents requis

L'entrepreneur doit remettre au Ministère les plans d'atelier, les caractéristiques et les fiches techniques des pièces, des accessoires et des matériaux qu'il veut utiliser. La pièce et le nom du fabricant doivent être indiqués sur chacun de ces documents. Tous ces documents doivent être transmis au Ministère en un seul envoi et comprendre l'information décrite ci-après.

a) Tête de feux

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des têtes de feux et des unités optiques.

b) Câble électrique

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des câbles électriques et des matériaux composant les épissures.

c) Conduit électrique

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des conduits électriques.

d) Détecteur lumineux pour piétons et circuits de contrôle

L'information requise comprend les caractéristiques et la fiche technique des détecteurs lumineux pour piétons et des circuits de contrôle.

16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

e) Accessoires

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des boîtes de jonction et de tirage et des autres pièces composantes.

16.7.1.3 Assurance de la qualité – Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est fait par le surveillant, le prélèvement des échantillons et les essais sont effectués selon les exigences des normes du chapitre 8 « Matériaux électriques » du *Tome VII – Matériaux* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

16.7.1.4 Mise en œuvre

16.7.1.4.1 Implantation

Avant d'entreprendre les travaux, l'entrepreneur doit vérifier les dimensions et l'état de l'ouvrage existant, qu'il s'agisse d'un massif de fondation ou d'une structure. Il doit aviser le surveillant de tout écart ou problème décelé et attendre ses instructions.

a) Unité de feux de circulation

Les travaux consistent, mais sans s'y limiter, à :

- fournir et installer les câbles électriques à l'intérieur de la structure de signaux lumineux;
- fournir, installer et raccorder la tête de feux de circulation;
- si requis, fournir et installer les détecteurs lumineux pour piétons.

Avant leur installation, l'entrepreneur doit s'assurer que la visibilité des têtes de feux sera maximale et les ajuster en conséquence, de même que les potences, le tout selon les recommandations des fabricants et les instructions du surveillant.

Immédiatement après l'installation d'une tête de feux de circulation, l'entrepreneur doit masquer ou tourner la tête de feux pour bien indiquer aux usagers de la route que le système n'est pas en état de fonctionnement. L'enlèvement du masque ou le redressement de la tête doit être réalisé seulement lors de la mise en service du système.

b) Unité de feux clignotants

Les travaux consistent, mais sans s'y limiter, à :

- fournir et installer les câbles à l'intérieur de la structure de signaux lumineux;
- fournir, installer et raccorder la tête de feux clignotants;
- fournir et installer le porte-fusible et les fusibles.

Avant leur installation, l'entrepreneur doit s'assurer que la visibilité des têtes de feux sera à son maximum et les ajuster en conséquence, de même que les potences, le tout selon les recommandations des fabricants et les instructions du surveillant.

c) Lanterne pour panneau de signalisation (prescription ou danger)

Les travaux consistent, mais sans s'y limiter, à :

- fournir et installer les câbles;
- fournir, installer et raccorder la lanterne;
- fournir et installer le porte-fusible et les fusibles.

16.7.1.5 Mode de paiement

Les unités de feux de circulation, les unités de feux clignotants ainsi que les lanternes pour panneau de signalisation (prescription ou danger) sont payées à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la mise en œuvre et les accessoires, et il inclut toute dépense incidente.

16.7.2 SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE

16.7.2.1 Portée des travaux

Le système d'éclairage comprend notamment les éléments suivants :

- le massif de fondation;
- la structure d'éclairage;
- l'unité d'éclairage;
- l'électricité.

16.7.2.1.1 Unité d'éclairage pour lampadaire

L'unité d'éclairage pour lampadaire comprend notamment le luminaire, le porte-fusible, les fusibles, les câbles électriques et les accessoires.

16.7.2.1.2 Unité d'éclairage pour haut-mât

L'unité d'éclairage pour haut-mât comprend notamment le luminaire, le porte-fusible, les fusibles, les câbles électriques et les accessoires.

16.7.2.1.3 Unité d'éclairage pour montage en surface

L'unité d'éclairage pour montage en surface comprend notamment le luminaire, le porte-fusible, les fusibles, les câbles électriques, la plaque d'identification, tous les éléments de support et d'ancrage et les accessoires.

16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

16.7.2.2 Matériaux

Les matériaux électriques doivent être conformes aux normes du chapitre 8 «Matériaux électriques» du *Tome VII – Matériaux* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère. Les luminaires à DEL doivent être conformes aux exigences techniques publiées dans le programme d'homologation du Ministère.

L'entrepreneur doit utiliser un luminaire à DEL homologué par le Ministère s'il s'agit d'un luminaire du type suivant :

- luminaire pour lampadaire;
- luminaire pour haut-mât;
- luminaire pour montage en surface.

16.7.2.2.1 Documents requis

L'entrepreneur doit remettre au Ministère les plans d'atelier, les caractéristiques et les fiches techniques des pièces, des accessoires et des matériaux qu'il veut utiliser. La pièce et le nom du fabricant doivent être indiqués sur chacun de ces documents. Tous ces documents doivent être transmis au Ministère en un seul envoi et comprendre l'information décrite ci-après.

a) Luminaire

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des luminaires.

b) Câble électrique

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des câbles électriques et des matériaux composant les épissures.

c) Conduit électrique

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des conduits électriques, des joints de dilatation et des joints de dilatation et de flexion.

d) Accessoires

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des fusibles, des porte-fusibles, des boîtes de jonction et de tirage, et des autres pièces composantes.

16.7.2.3 Assurance de la qualité

16.7.2.3.1 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est fait par le surveillant, le prélèvement des échantillons et les essais sont effectués selon les exigences des normes du chapitre 8 «Matériaux électriques» du *Tome VII – Matériaux* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

Lorsqu'un contrôle de la réception des luminaires à DEL est effectué par le surveillant, ce contrôle est réalisé selon les exigences techniques publiées dans le programme d'homologation du Ministère.

16.7.2.4 Mise en œuvre

16.7.2.4.1 Implantation

Avant d'entreprendre les travaux, l'entrepreneur doit vérifier les dimensions et l'état de l'ouvrage existant, qu'il s'agisse d'un massif de fondation ou d'une structure. Il doit aviser le surveillant de tout écart ou problème décelé et attendre les instructions de ce dernier.

a) Unité d'éclairage pour lampadaire

Les travaux consistent, mais sans s'y limiter, à :

- fournir et installer les câbles à l'intérieur de la structure d'éclairage;
- fournir et installer le porte-fusible et les fusibles;
- fournir, installer et raccorder le luminaire.

b) Unité d'éclairage pour haut-mât

Les travaux consistent, mais sans s'y limiter, à :

- fournir et installer les câbles à l'intérieur de la structure d'éclairage;
- fournir et installer le porte-fusible et les fusibles;
- fournir, installer et raccorder le luminaire sur la couronne mobile.

c) Unité d'éclairage pour montage en surface

Les travaux consistent, mais sans s'y limiter, à :

- fournir et installer le porte-fusible et les fusibles;
- fournir et installer la plaque d'identification;
- fournir, installer et raccorder les luminaires pour montage en surface.

16.7.2.5 Mode de paiement

Les unités d'éclairage pour lampadaire, pour haut-mât et pour montage en surface sont payées à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la mise en œuvre, les accessoires et il inclut toute dépense incidente.



16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

16.7.3 AUTRES SYSTÈMES ÉLECTROTECHNIQUES

16.7.3.1 Portée des travaux

Les autres systèmes électrotechniques comprennent les systèmes de caméra de vidéo-surveillance, de feux rectangulaires à clignotement rapide et de panneaux à messages variables.

Les autres systèmes comprennent notamment les éléments suivants :

- le massif de fondation;
- la structure des autres systèmes;
- l'électricité.

16.7.3.2 Matériaux

Les matériaux électriques doivent être conformes aux normes du chapitre 8 « Matériaux électriques » du *Tome VII – Matériaux* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

16.7.3.2.1 Documents requis

L'entrepreneur doit remettre au Ministère les caractéristiques et les fiches techniques de toutes les pièces et de tous les accessoires et matériaux électriques qu'il veut utiliser. La pièce et le nom du fabricant doivent être indiqués sur chacun de ces documents. Tous ces documents doivent être transmis au Ministère en un seul envoi.

a) Câble électrique

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des câbles électriques et des matériaux composant les épissures.

b) Conduit électrique

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des conduits électriques, des joints de dilatation et des joints de dilatation et de flexion.

c) Accessoires

L'information requise comprend les caractéristiques physiques et la fiche technique des fusibles, des porte-fusibles, des boîtes de jonction et de tirage, de la bride d'attache et des autres pièces composantes.

16.7.3.3 Assurance de la qualité – Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est fait par le surveillant, le prélèvement des échantillons et les essais sont effectués selon les exigences des normes du chapitre 8 « Matériaux électriques » du *Tome VII – Matériaux* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

16.7.3.4 Mise en œuvre

16.7.3.4.1 Implantation

Avant d'entreprendre les travaux, l'entrepreneur doit vérifier les dimensions et l'état de l'ouvrage existant, qu'il s'agisse d'un massif de fondation ou d'une structure. Il doit aviser le surveillant de tout écart ou problème décelé et attendre les instructions de ce dernier.

a) Caméra de vidéosurveillance

Les travaux consistent, mais sans s'y limiter, à :

- raccorder les extrémités supérieures des câbles RJ-45 à la caméra;
- faire une boucle avec les câbles RJ-45 et la fixer au crochet interne qui se trouve à l'extrémité supérieure du fût;
- laisser descendre les câbles RJ-45 à l'intérieur du fût, jusqu'en bas du fût;
- installer la caméra sur la console en boulonnant sa base rotative sur la plaque de fixation supérieure de la console à l'aide de la quincaillerie prévue au plan de l'ingénieur en structures;
- fournir et installer le mode communication;
- fournir et installer les câbles RJ-45 entre la caméra et les coffrets en passant dans le fût de caméra;
- installer le modem cellulaire et l'alimentation High-PoE;
- fournir, installer et raccorder tous les câbles électriques;
- raccorder tout le système de télécommunication;
- faire tous les raccordements et toutes les vérifications électriques nécessaires;
- procéder manuellement à l'ajustement de la caméra;
- assister le Ministère dans l'intégration de la caméra au système de gestion;
- assister le Ministère dans le raccordement de la caméra à Internet et au 511.

b) Feux rectangulaires à clignotement rapide

Les travaux consistent, mais sans s'y limiter, à :

- fournir et installer les câbles de contrôle;
- fournir et installer les panneaux clignotants;
- fournir et installer le coffret de contrôle;
- faire les raccordements de tous les câbles électriques;
- procéder à la mise en service en présence du représentant du Ministère.

16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

c) Panneau à messages variables (PMV)

Les travaux consistent, mais sans s'y limiter, à :

- fixer le caisson d'affichage au support horizontal de la structure de signalisation aérienne;
- si requis, installer une passerelle pour le PMV de type aérien;
- si requis, installer une pellicule rétro réfléchissante au caisson d'affichage au moyen d'attaches appropriées;
- installer le coffret de contrôle sur un fût ou sur un massif de fondation selon les plans;
- installer le coffret de branchement et de distribution, et le raccorder au coffret de distribution et de contrôle, au caisson du PMV et au système de relèvement (si l'option est choisie);
- installer un coffret de relèvement (si l'option est choisie);
- assembler, installer et raccorder tout le système de télécommunication;
- assembler, installer et raccorder tout le système de paratonnerre;
- faire tous les raccordements et toutes les vérifications électriques nécessaires;
- installer la plaque d'identification du site;
- procéder à la mise en service du PMV.

16.7.3.5 Mode de paiement

La caméra de vidéosurveillance, les feux rectangulaires à clignotement rapide (FRCR) ou le panneau à messages variables (PMV) sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre (y compris pour les matériaux fournis par le Ministère), et il inclut toute dépense incidente.

16.8 VÉRIFICATIONS ÉLECTROTECHNIQUES ET MISE EN SERVICE

16.8.1 VÉRIFICATIONS ÉLECTRIQUES EFFECTUÉES PAR L'ENTREPRENEUR

Tous les essais et vérifications effectués par l'entrepreneur doivent être réalisés en présence du surveillant. Il doit minimalement vérifier l'isolation des parties électriques sous tension et obtenir des lectures minimales de 100 mégohms à une tension de 1000 volts.

Afin d'éviter d'endommager les luminaires à diodes électroluminescentes (DEL), les porte-fusibles de chacun des luminaires à DEL doivent être ouverts lors des essais d'isolation.

16.8.2 MISE EN SERVICE

La mise en service doit se faire avec l'accord et en présence du surveillant et du représentant de l'entrepreneur. Lors de la mise en service, l'entrepreneur s'assure du bon fonctionnement des systèmes électrotechniques.

16.8.3 VÉRIFICATIONS ÉLECTROTECHNIQUES POUR L'ACCEPTATION FINALE DES TRAVAUX

Afin d'obtenir l'acceptation finale des travaux de la part du Ministère, l'entrepreneur doit demander au surveillant les vérifications électrotechniques pour l'acceptation finale des travaux.

Les vérifications décrites aux articles « Vérification de la résistance de la mise à la terre », « Vérification de la continuité du conducteur de continuité de masses », « Vérification générale de l'isolation des câbles, des épissures et des ballasts », « Vérification de l'isolation des câbles souterrains et des épissures », « Mesure de la tension d'opération » et « Mesure des charges » sont effectuées par le Ministère ou son représentant.

Dans le cas de différences entre les mesures et les valeurs normales définies par les calculs ou par les spécifications, l'entrepreneur doit apporter les corrections requises pour éliminer ces divergences.

Après correction, l'entrepreneur doit demander au surveillant une seconde vérification électrotechnique pour l'acceptation finale des travaux. Les frais engagés par le Ministère pour effectuer cette deuxième vérification, et les subséquentes, sont assumés par l'entrepreneur.

16.8.3.1 Vérification de la résistance de la mise à la terre

La résistance de chacune des mises à la terre avec le sol doit être inférieure à 25 ohms.

16.8.3.2 Vérification de la continuité du conducteur de continuité des masses

La vérification de la continuité du conducteur de continuité des masses doit être effectuée selon les stipulations des plans et devis. Cette vérification comprend également la vérification des raccords situés à l'intérieur des parties métalliques hors tension.



16 | Structures d'équipement routier et systèmes électrotechniques

16.8.3.3 Vérification générale de l'isolation des câbles, des épissures et des ballasts

La vérification générale de la résistance de l'isolation des câbles, des épissures et des ballasts doit être effectuée au moyen d'un méga-ohmmètre. La tension maximale utilisée doit être de 1000 volts. Des lectures supérieures à 100 mégaohms par luminaire sont exigées. Cette vérification s'applique uniquement aux luminaires aux vapeurs de sodium à haute pression (SHV) ou aux halogénures métalliques (HM).

16.8.3.4 Vérification de l'isolation des câbles souterrains et des épissures

Après la vérification mentionnée au paragraphe précédent, une autre vérification est effectuée uniquement sur les câbles souterrains et les épissures. Tous les câbles sont vérifiés à l'aide d'un instrument générateur de haute tension. Les tensions de vérification sont appliquées sur les fils par paliers successifs de 2 kVcc jusqu'à un maximum de 10 kVcc. Des courants de fuite de 100 µA et moins sont exigés. Un temps de stabilisation de 30 secondes doit être maintenu à chaque palier et la tension maximale doit être maintenue pendant 2 minutes.

16.8.3.5 Mesure de la tension d'opération

La tension d'opération est mesurée au moyen d'un voltmètre. Les mesures s'effectuent simultanément entre l'alimentation et la distribution de même qu'entre la distribution et la fin de chacun des circuits de distribution, soit l'ouvrage le plus éloigné de l'alimentation. L'écart de lecture obtenu pour chacune des mesures ne doit pas excéder les valeurs permises par le Code de construction du Québec, Chapitre V – Électricité (norme CSA C22.10-10).

16.8.3.6 Mesure des charges

Différentes mesures concernant l'intensité du courant, la puissance effective, le taux de distorsion harmonique et le facteur de puissance sont effectuées pour chaque circuit.

Les résultats obtenus doivent être conformes aux données techniques fournies par le fabricant.

16.8.3.7 Mise en œuvre

Durant la phase des vérifications électrotechniques pour l'acceptation finale des travaux, l'entrepreneur doit apporter au Ministère ou à son représentant toute l'assistance technique requise.

Cette assistance technique comprend un électricien, un apprenti électricien, un camion à nacelle conforme à la norme CSA C225 « Vehicle-Mounted Aerial Devices », un opérateur, le maintien de la circulation et de la signalisation, le matériel requis pour effectuer les épissures, la fourniture des matériaux et toute dépense incidente.

Si d'autres vérifications électrotechniques pour l'acceptation finale des travaux sont requises, l'assistance technique sera aux frais de l'entrepreneur.

16.8.4 MODE DE PAIEMENT

Les vérifications électrotechniques et la mise en service sont payées à prix global. Le prix couvre notamment les vérifications électriques effectuées par l'entrepreneur, la mise en service, l'assistance technique requise lors des vérifications électrotechniques pour l'acceptation finale des travaux ainsi que toute dépense incidente.

16.8.5 RÉCEPTION DE L'OUVRAGE

Le Ministère effectue la réception des travaux d'électricité lorsque l'entrepreneur :

- a transmis au Ministère la demande d'alimentation et la déclaration de travaux électriques (DADT) ou le formulaire de débranchement/rebranchement dûment rempli par le maître électricien;
- a mis le système électrotechnique en service à partir du raccordement permanent;
- a fourni au Ministère les plans annotés en rouge de toutes les modifications acceptées qu'il a dû faire durant l'exécution des travaux;
- a corrigé toutes les déficiences et les anomalies relevées lors de la vérification électrotechnique pour l'acceptation finale des travaux effectuée par le Ministère ou son représentant.

17 | Signalisation horizontale

17.1 PRÉMARQUAGE DE CHAUSSÉE

Le prémarquage de chaussée sert de guide pour les usagers et pour la réalisation du marquage définitif. Il consiste en l'application de disques réfléchissants, de délinéateurs temporaires de surface et de symboles au sol.

Lorsque le marquage est incrusté, le prémarquage se fait alors avec un produit de marquage selon les spécifications décrites ci-après.

17.1.1 MATÉRIAUX

17.1.1.1 Disques réfléchissants

Les disques doivent être produits à partir de bandes préfabriquées à base de polymère imputrescible, non absorbantes, stables chimiquement et inaltérables par les chlorures de sodium et de calcium.

Les disques réfléchissants doivent être de couleur blanche ou jaune, autocollants par pression, flexibles et sans craquelures, d'une épaisseur de 1,5 mm à 2 mm (excluant le dos protecteur), d'un diamètre de 90 mm à 100 mm et être dotés, au verso, d'une pellicule amovible qui protège l'adhésif.

17.1.1.2 Délinéateurs temporaires de surface

Les délinéateurs temporaires de surface doivent être munis d'une bande rétro réfléchissante. Ils doivent être de couleur blanche ou jaune, autocollants par pression, flexibles et sans craquelures et être dotés d'une pellicule amovible qui protège l'adhésif.

17.1.1.3 Symboles de prémarquage

Les symboles de prémarquage sont réalisés avec une peinture en aérosol de couleur blanche.

17.1.1.4 Prémarquage du marquage incrusté

Le produit de marquage utilisé pour le prémarquage incrusté d'une chaussée en enrobé est une peinture à base d'eau homologuée qui répond aux exigences de la norme 10204 du Ministère.

Le produit de marquage utilisé pour le prémarquage du marquage incrusté d'une chaussée en béton est un produit à base de résine époxydique qui répond aux exigences de la norme 10202 du Ministère.

17.1.2 MISE EN ŒUVRE

L'entrepreneur doit procéder au prémarquage de la chaussée sur les lignes de délimitation des voies, les lignes de rive, les lignes de musoir ou sur toute autre ligne indiquée par le surveillant en se basant sur les indications des plans de marquage.

Lorsqu'aucun plan de marquage n'est disponible, l'entrepreneur est responsable d'effectuer un relevé pour localiser avec précision l'emplacement des lignes et des symboles existants afin de les reproduire avec exactitude lors des travaux de marquage.

17.1.2.1 Prémarquage pour le marquage appliqué en surface

17.1.2.1.1 Disques réfléchissants

L'entrepreneur doit procéder à la pose des disques réfléchissants en même temps que celle de l'enrobé de surface, lors de son compactage, immédiatement avant le dernier passage du matériel.

L'espacement des disques doit être approximativement de 10 m en ligne droite et de 5 m en ligne courbe. La précision de l'alignement des disques doit être de 100 mm longitudinalement et de 10 mm transversalement.

17.1.2.1.2 Délinéateurs temporaires de surface

L'entrepreneur doit procéder à la pose des délinéateurs temporaires selon les instructions du fabricant.

L'utilisation d'un dispositif d'ancrage mécanique avec un ou des clous est interdite.

L'espacement des délinéateurs temporaires de surface doit être approximativement de 20 m dans les sections droites et de 10 m dans les courbes. Ils doivent être installés avant de rétablir la circulation.

L'entrepreneur doit procéder au remplacement des délinéateurs temporaires endommagés ou arrachés jusqu'à la réalisation du marquage définitif.

17.1.2.1.3 Symboles de prémarquage

L'entrepreneur doit réaliser les symboles de prémarquage lorsque nécessaire.

Les symboles de prémarquage doivent répondre à la norme 1302 «Prémarquage pour marquage longitudinal» du Tome VI – *Entretien* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère, qui définit le symbole à appliquer en fonction du type de marque.

17 | Signalisation horizontale

17.1.2.2 Prémarquage pour le marquage incrusté sur chaussée en enrobé

À la suite de la pose de l'enrobé, le prémarquage peut être réalisé à l'aide de disques réfléchissants, de délinéateurs temporaires de surface et de symboles au sol.

Dans un délai de 72 heures après la pose de l'enrobé, un prémarquage avec une peinture à base d'eau homologuée doit être réalisé.

Le prémarquage est alors réalisé selon les plans de marquage.

La largeur des lignes de prémarquage doit être de 90 à 100 mm. La longueur des lignes et l'espacement doivent également respecter les modalités du tableau suivant :

Type de ligne	Longueur (m)	Espacement (m)
Ligne de délimitation des voies	1,5	7,5
Ligne de continuité	0,75	3,25

L'entrepreneur doit procéder à l'application des microbilles de verre de manière à les incorporer et à les distribuer de façon uniforme. Cette opération doit être réalisée immédiatement après l'application de la peinture à un taux d'application minimal de 0,6 kg/l.

17.1.2.3 Prémarquage précédant le marquage incrusté sur chaussée en béton

Sur une chaussée en béton, le prémarquage est réalisé avec un produit à base de résine époxydique.

Le prémarquage doit être conforme aux plans de marquage. Les dimensions des marques doivent être conformes aux spécifications de la section « Dimensions des marques » du présent chapitre.

L'entrepreneur doit procéder à l'application des microbilles de verre de manière à les incorporer et à les distribuer de façon uniforme. Cette opération doit être réalisée immédiatement après l'application du produit de marquage à un taux d'application minimal de 2 kg/l.

17.1.3 MODE DE PAIEMENT

Les disques réfléchissants et les délinéateurs temporaires de surface sont payés à l'unité.

Le prémarquage du marquage incrusté est payé au mètre linéaire tracé.

Le prix couvre notamment les coûts des matériaux, du transport ainsi que de la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

17.2 MARQUAGE DE CHAUSSEE

17.2.1 DOCUMENTS FOURNIS PAR L'ENTREPRENEUR

17.2.1.1 Documentation technique

Au moins 7 jours avant le début des travaux de marquage, l'entrepreneur doit fournir au Ministère les fiches techniques contenant l'information suivante :

- les caractéristiques physiques et chimiques du produit;
- les conditions d'entreposage;
- les instructions pour la préparation de la surface de chaussée;
- les méthodes et les conditions de pose exigées par le fabricant;
- les taux d'application des produits de marquage;
- les taux d'application de la microbille de verre;
- le type de microbille de verre.

Au moins 48 heures avant le début des travaux de marquage, l'entrepreneur doit fournir au surveillant les attestations de conformité.

Pour les produits à base de résine époxydique, l'entrepreneur doit fournir les rapports (accusés de réception) du laboratoire du Ministère prouvant que tous les lots ont été échantillonnés et analysés.

17.2.2 MATÉRIAUX

17.2.2.1 Produits de marquage

L'entrepreneur doit s'assurer que le type de produit utilisé convient à l'usage auquel on le destine en considérant le type de revêtement, la texture du revêtement et les autres conditions de la surface.

17.2.2.1.1 Marquage avec une peinture à base d'eau

La peinture à base d'eau doit être homologuée et conforme aux exigences de la norme 10204 du Ministère.

17.2.2.1.2 Marquage avec un produit à base de résine époxydique appliqué en surface

Le produit de marquage utilisé est une résine époxydique homologuée à deux composants, soit

17 | Signalisation horizontale

deux parties de résine et une partie de catalyseur, conforme aux exigences de la norme 10202 du Ministère.

17.2.2.1.3 *Marquage incrusté sur chaussée en enrobé*

Le produit de marquage utilisé est une résine époxydique homologuée à deux composants, soit deux parties de résine et une partie de catalyseur, conforme aux exigences de la norme 10203 du Ministère.

17.2.2.1.4 *Marquage incrusté sur chaussée en béton*

Le produit de marquage utilisé est une résine époxydique à deux composants, soit deux parties de résine et une partie de catalyseur, conforme aux exigences de la norme 10203 du Ministère.

17.2.2.1.5 *Peinture alkyde*

Si une peinture alkyde est utilisée pour les travaux effectués après le 15 octobre, elle doit être homologuée et conforme à la norme 10201 du Ministère.

17.2.2.2 *Microbilles de verre*

Les microbilles de verre doivent être conformes à la norme 14601 du Ministère.

17.2.3 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

17.2.3.1 *Homologation*

Lorsqu'un produit homologué est exigé, l'entrepreneur doit utiliser les produits inscrits dans la plus récente édition de la liste d'homologation du Ministère.

17.2.3.2 *Attestation de conformité*

17.2.3.2.1 *Produits de marquage*

Pour chaque livraison de produit de marquage, l'entrepreneur doit fournir au Ministère une attestation de conformité contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom du fabricant;
- le code du produit du fabricant;
- la date et le lieu de fabrication;
- le type de produit;
- la norme de référence;
- le programme d'homologation;
- le numéro du lot de production;

- les résultats des analyses et essais :
 - ♦ consistance à 24 °C (sauf pour les produits à base de résine époxydique),
 - ♦ finesse du broyage,
 - ♦ temps de séchage à 24 °C,
 - ♦ masse volumique,
 - ♦ couleur en unités CIELAB.

Un lot de production correspond à une quantité déterminée du produit présentant les mêmes caractéristiques physicochimiques, fabriquée selon la même recette, à partir de la même source d'approvisionnement et au cours d'une période de production ininterrompue.

17.2.3.2.2 *Microbilles de verre*

Avec chaque livraison de microbilles de verre, l'entrepreneur doit fournir au Ministère une attestation de conformité contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom du fabricant;
- le code du produit du fabricant;
- le type de produit;
- le numéro de lot de production;
- la date et le lieu de fabrication;
- la norme de référence;
- le pourcentage de résidus de verre;
- les résultats des analyses et essais :
 - ♦ la sphéricité,
 - ♦ les imperfections,
 - ♦ le revêtement hydrofuge,
 - ♦ le revêtement d'adhérence,
 - ♦ la granulométrie.

Un lot de production correspond à une quantité déterminée de microbilles de verre présentant les mêmes caractéristiques physicochimiques, fabriquée selon la même recette, à partir de la même source d'approvisionnement et au cours d'une même période de production ininterrompue.

17.2.4 MISE EN ŒUVRE

Le marquage de chaussée doit être exécuté selon les exigences du *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère et les plans de marquage.

Sur les nouveaux revêtements, le marquage de chaussée doit être effectué dès que la chaussée est prête et que les conditions le permettent.

17 | Signalisation horizontale

17.2.4.1 Conditions d'application

Les travaux de marquage de chaussée ne doivent pas être exécutés si :

- la chaussée est humide ou mouillée;
- la peinture risque d'être mouillée par la pluie avant le délai de séchage;
- la température du revêtement est inférieure à la température du point de rosée additionnée de 2 °C;
- la température de l'air est inférieure à 10 °C;
- la chaussée est contaminée par diverses saletés pouvant nuire à l'adhérence du produit de marquage.

Pour les peintures à base d'eau, en plus des conditions susmentionnées, les travaux ne doivent pas être exécutés si le taux d'humidité est supérieur à 80 %.

17.2.4.2 Microbilles de verre

L'entrepreneur doit procéder à l'application des microbilles de verre de manière à les incorporer et à les distribuer de façon uniforme. Cette opération doit être réalisée immédiatement après l'application de la peinture à un taux minimal de 0,6 kg/l pour les peintures à base d'eau et alkyde, et de 2 kg/l pour les produits à base de résine époxydique.

17.2.4.3 Emplacement et alignement

L'emplacement des lignes de marquage linéaire et du marquage ponctuel doit être identique à celui qui est indiqué aux plans de marquage.

L'alignement longitudinal du marquage ne doit pas dévier transversalement de plus de 25 mm par rapport au plan de marquage.

La position d'une marque d'une longueur inférieure à 3 m ne doit pas dévier longitudinalement de plus de 25 mm par rapport au plan de marquage.

Pour une marque d'une longueur supérieure à 3 m, cette tolérance est de 50 mm.

Le marquage incrusté, en plus de respecter les conditions susmentionnées, doit être réalisé uniquement à l'intérieur de l'incrustation.

17.2.4.4 Dimensions des marques

Les dimensions des marques doivent respecter les exigences du chapitre 6 « Marques sur la chaussée » du *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

La largeur des lignes de marquage longitudinal doit être de 120 à 125 mm. Lorsqu'une marque longitudinale est constituée de deux lignes parallèles, celles-ci doivent être séparées par un intervalle de 120 à 125 mm.

La longueur des lignes discontinues de délimitation des voies doit être de 3 m, suivie d'un espacement de 6 m.

La longueur d'une marque ne doit pas varier de plus de 25 mm par rapport à la longueur exigée.

17.2.4.5 Contrôle du taux de pose

Pour la peinture à base d'eau et la peinture alkyde, l'entrepreneur est responsable du respect du taux de pose. Il doit avoir en tout temps un système de contrôle des quantités de produits appliquées. Toutes les 2 heures d'opération, il doit prendre les mesures nécessaires pour valider le taux de pose du produit de marquage et des microbilles de verre appliqués. La méthode de validation doit être préalablement approuvée par le surveillant.

Les taux de pose ou l'épaisseur du produit appliqué, le cas échéant, doivent être fournis au surveillant.

17.2.4.6 Conditions spécifiques pour le marquage longitudinal

17.2.4.6.1 Marquage avec une peinture à base d'eau

La période entre la date de fabrication et la date d'utilisation de la peinture utilisée pour les travaux de marquage ne doit pas excéder 9 mois.

L'entrepreneur procède à l'application d'une couche de peinture à base d'eau à un taux de 48 l/km. La couche de peinture doit être uniforme, homogène, nette et précise.

17 | Signalisation horizontale

La peinture à base d'eau doit répondre aux exigences de performance du tableau suivant :

Moment de la vérification	Durabilité	Rétroreflexion (R) (mcd•m ⁻² •lux ⁻¹)	
		Jaune	Blanc
Marquage longitudinal			
Suivant la pose	100 %	R ≥ 175	R ≥ 250
Début octobre (de l'année d'application)	96 %	R ≥ 140	R ≥ 200
Marquage ponctuel			
Suivant la pose	100 %	R ≥ 175	R ≥ 250
Début octobre (de l'année d'application)	90 %	R ≥ 120	R ≥ 175

17.2.4.6.2 Marquage avec un produit à base de résine époxydique appliqué en surface

La période entre la date de fabrication et la date d'utilisation de la peinture utilisée pour les travaux de marquage ne doit pas excéder 12 mois.

Le produit de marquage de moyenne durée doit répondre aux exigences de performance du tableau suivant :

Moment de la vérification	Durabilité	Rétroreflexion (R) (mcd•m ⁻² •lux ⁻¹)	
		Jaune	Blanc
Suivant la pose	100 %	R ≥ 175	R ≥ 250
Après 1 an	85 %	S. O.	S. O.

17.2.4.6.3 Marquage incrusté sur chaussée en enrobé

La période entre la date de fabrication et la date d'utilisation de la peinture utilisée pour les travaux de marquage ne doit pas excéder 12 mois.

L'incrustation doit avoir un fini lisse et propre avant l'application du produit.

Au début des travaux, l'entrepreneur doit faire un banc d'essai de 50 m pour faire approuver sa méthode d'incrustation. Le banc d'essai peut être réalisé à l'endroit prévu pour le marquage.

L'incrustation doit être réalisée en respectant les plans de marquage.

Les dimensions de l'incrustation doivent respecter les modalités suivantes :

- la largeur d'incrustation doit être de 135 à 150 mm;
- la longueur d'incrustation pour les lignes discontinues peut dépasser au maximum le marquage de 150 mm à chaque extrémité;
- la profondeur d'incrustation doit être de 3 à 5 mm sur toute la largeur.

L'entrepreneur doit prendre les mesures tous les 150 m sur l'incrustation. Il doit enregistrer les résultats de ces mesures par écrit et les transmettre au surveillant.

Le produit de marquage de longue durée doit répondre aux exigences de performance du tableau suivant :

Moment de la vérification	Durabilité	Rétroreflexion (R) (mcd•m ⁻² •lux ⁻¹)	
		Jaune	Blanc
Suivant la pose	100 %	R ≥ 175	R ≥ 250
Après 1 an	95 %	S. O.	S. O.
Après 2 ans	85 %	S. O.	S. O.
Après 3 ans	80 %	S. O.	S. O.
Après 4 ans	75 %	S. O.	S. O.

17.2.4.6.4 Marquage incrusté sur chaussée en béton

La période entre la date de fabrication et la date d'utilisation de la peinture utilisée pour les travaux de marquage ne doit pas excéder 12 mois.

L'incrustation doit avoir un fini lisse et propre avant l'application du produit.

Au début des travaux, l'entrepreneur doit faire un banc d'essai de 50 m pour faire approuver sa méthode d'incrustation. Le banc d'essai peut être réalisé à l'endroit prévu pour le marquage.

Les travaux d'incrustation ne doivent pas être exécutés sur une surface mouillée. L'incrustation doit être exécutée en une seule opération.

La distance entre le bord de l'incrustation et le joint longitudinal doit être d'au moins 35 mm afin d'éviter les épaufrures. La distance recommandée est de 50 mm, avec une tolérance de 15 mm. Lorsque la ligne du joint a une géométrie brisée,

17 | Signalisation horizontale

l'entrepreneur doit s'ajuster pour s'assurer d'un bon alignement visuel de la ligne de marquage en respectant la configuration de la route.

L'incrustation doit être réalisée en respectant les plans de marquage. Les dimensions de l'incrustation doivent respecter les modalités suivantes :

- la profondeur d'incrustation doit être de 3 à 5 mm sur toute la largeur;
- pour les lignes de rive et de continuité, la largeur d'incrustation doit être de 135 à 150 mm;
- pour les lignes de délimitation des voies, la largeur d'incrustation doit être de 250 à 265 mm.

L'entrepreneur doit prendre les mesures tous les 150 m sur l'incrustation. Il doit enregistrer les résultats de ces mesures par écrit et les transmettre au surveillant.

Le produit de marquage de longue durée doit répondre aux exigences de performance du tableau suivant :

Moment de la vérification	Durabilité	Rétroreflexion (R) (mcd•m ⁻² •lux ⁻¹)	
		Jaune	Blanc
Suivant la pose	100 %	R ≥ 175	R ≥ 250
Après 1 an	95 %	S. O.	S. O.
Après 2 ans	85 %	S. O.	S. O.
Après 3 ans	80 %	S. O.	S. O.
Après 4 ans	75 %	S. O.	S. O.

Les exigences de durabilité s'appliquent également au produit à base de résine époxydique de couleur noire utilisé pour le marquage bicouche.

17.2.4.7 Travaux effectués après le 15 octobre

Pour les travaux de marquage effectués après le 15 octobre, si les conditions météorologiques le permettent, l'entrepreneur doit poursuivre les travaux avec le produit de marquage prévu au contrat à moins d'un avis contraire émis par écrit par le surveillant.

Sur demande de l'entrepreneur, le surveillant peut aussi autoriser par écrit la réalisation des travaux au moyen d'un camion traceur avec une peinture alkyde homologuée à un taux de pose minimal de 48 l/km de ligne marquée.

La période entre la date de fabrication et la date d'utilisation de la peinture alkyde utilisée pour les travaux de marquage ne doit pas excéder 9 mois.

La peinture alkyde doit répondre aux exigences de performance du tableau suivant :

Moment de la vérification	Durabilité	Rétroreflexion (R) (mcd•m ⁻² •lux ⁻¹)	
		Jaune	Blanc
Suivant la pose	100 %	R ≥ 175	R ≥ 250

17.2.5 CONTRÔLE DES EXIGENCES DE RÉTROREFLEXION À LA POSE

Avant la réception des travaux de marquage, le Ministère se garde le droit de vérifier le respect des exigences de rétroreflexion à la pose.

La vérification de la rétroreflexion est réalisée à l'aide d'un rétroreflectomètre mobile ou d'un appareil manuel conformes aux exigences de la norme ASTM E1710 « Standard Test Method for Measurement of Retroreflective Pavement Marking Materials with CEN-Prescribed Geometry Using a Portable Retroreflectometer ».

17.2.6 MODE DE PAIEMENT

Le marquage des chaussées est payé au mètre de ligne marquée.

Le prix couvre notamment les matériaux, le transport des matériaux, la mise en œuvre, le nettoyage, les contrôles et échantillons requis, le cautionnement, la signalisation ainsi que le maintien de la circulation, et il inclut toute dépense incidente.

Le marquage ponctuel est payé à l'unité ou au mètre de ligne marquée, selon l'article correspondant au bordereau. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Pour les travaux effectués après le 15 octobre avec une peinture alkyde, le marquage est payé au mètre de ligne tracée selon l'article correspondant au bordereau.

17 | Signalisation horizontale

17.2.6.1 Pénalités pour défaut de respecter les exigences de rétroréflexion à la pose

Pour la peinture à base d'eau, une pénalité est appliquée selon les critères suivants à défaut de respecter les exigences de performance à la pose :

Moment de la vérification	Rétroreflexion (R) (mcd•m ⁻² •lux ⁻¹)		Pénalité
	Jaune	Blanc	
Marquage longitudinal			
Suivant la pose	150 ≤ R < 175	225 ≤ R < 250	5 % du prix unitaire, au bordereau signé, à l'article correspondant
	100 ≤ R < 150	175 ≤ R < 225	20 % du prix unitaire, au bordereau signé, à l'article correspondant
Inspection début octobre	100 ≤ R < 140	175 ≤ R < 200	20 % du prix unitaire, au bordereau signé, à l'article correspondant
Inspection suivant la pose ou début octobre	R < 100	R < 175	Le marquage doit être refait.
Marquage ponctuel			
Suivant la pose	150 ≤ R < 175	225 ≤ R < 250	5 % du prix unitaire, au bordereau signé, à l'article correspondant
	100 ≤ R < 150	175 ≤ R < 225	20 % du prix unitaire, au bordereau signé, à l'article correspondant
Inspection début octobre	100 ≤ R < 120	150 ≤ R < 175	20 % du prix unitaire, au bordereau signé, à l'article correspondant
Inspection suivant la pose ou début octobre	R < 100	R < 150	Le marquage doit être refait.

Pour les autres produits de marquage, une pénalité est appliquée selon les critères suivants à défaut de respecter les exigences de performance à la pose :

Rétroreflexion (R) (mcd•m ⁻² •lux ⁻¹)		Pénalité
Jaune	Blanc	
150 ≤ R < 175	225 ≤ R < 250	5 % du prix unitaire, au bordereau signé, à l'article correspondant
100 ≤ R < 150	175 ≤ R < 225	20 % du prix unitaire, au bordereau signé, à l'article correspondant
R < 100	R < 175	Le marquage doit être refait.

17.2.7 GARANTIE D'ENTRETIEN

17.2.7.1 Cautionnement d'entretien

En plus des conditions stipulées à l'article « Inspection et réception des travaux » de la section « Exécution des travaux », le Ministère effectue la réception des travaux après avoir reçu de l'entrepreneur un cautionnement d'entretien émis par une compagnie d'assurance ayant un permis pour exercer en assurance garantie délivré par l'Autorité des marchés financiers du Québec.

À cette fin, le Ministère fournit à l'entrepreneur une lettre confirmant que les travaux sont terminés et jugés recevables.

Le cautionnement doit respecter les dispositions inscrites dans le formulaire *Cautionnement d'entretien* (V-2983) et engager le signataire du contrat.

17.2.7.2 Contrôle des exigences de rétroréflexion et de durabilité pendant la garantie de l'entrepreneur

Une vérification est faite par le Ministère pour évaluer le rendement du produit quant à sa rétroréflexion et sa durabilité.

La vérification du marquage est faite sur l'ensemble des travaux par section de 300 m pour le marquage linéaire et à chaque site pour le marquage ponctuel. La vérification de la durabilité se fait selon la norme ASTM D913 « Standard Practice for Evaluating Degree of Pavement Marking Line

17 | Signalisation horizontale

Wear». La vérification de la rétroréflexion est réalisée à l'aide d'un rétroreflectomètre mobile ou d'un appareil manuel conformes aux exigences de la norme ASTM E1710 «Standard Test Method for Measurement of Retroreflective Pavement Marking Materials with CEN-Prescribed Geometry Using a Portable Retroreflectometer».

Si les exigences de durabilité, par section ou par site, ne sont pas respectées, les parties de marquage non conformes doivent être refaites par l'entrepreneur, et ce, à ses frais.

Si les exigences de rétroréflexion, par section ou par site, ne sont pas respectées, les modalités de la section «Mode de paiement» sont appliquées.

18 | Éléments de sécurité

18.1 TROTTOIRS, BORDURES, MUSOIRS ET CANIVEAUX COULÉS EN PLACE

18.1.1 MATÉRIAUX

18.1.1.1 Matériaux granulaires

Les matériaux granulaires doivent répondre aux exigences de la norme BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», et ce, après leur mise en œuvre.

18.1.1.2 Béton

Le béton de masse volumique normale doit être conforme à la norme 3101 du Ministère.

18.1.1.3 Matériaux de cure

Le matériau de cure doit être conforme à la norme 3501 du Ministère.

Le matériau de cure formant membrane doit être pigmenté blanc (type 2).

18.1.1.4 Treillis métallique

Le treillis métallique doit être conforme à la norme 5101 du Ministère.

18.1.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

18.1.2.1 Béton

Le béton coulé en place doit répondre aux exigences d'assurance de la qualité concernant les ouvrages en béton de la section «Ouvrages d'art». La vérification des caractéristiques du béton plastique est réalisée sur les 2 premiers chargements. Si le béton est conforme aux exigences, une vérification est alors exécutée tous les 3 chargements. Sinon, le chargement suivant doit être vérifié, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il y ait 2 chargements consécutifs qui soient conformes.

18.1.2.2 Matériau de cure – Attestation de conformité

Pour chaque livraison de matériaux de cure formant membrane, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- la classe du produit selon la norme ASTM C309 «Standard Specifications for Liquid Membrane Forming Compounds for Curing Concrete»;
- le numéro de lot de production;
- le taux d'application (l/m²);
- la perte d'eau (kg/m²) à 72 heures.

Un lot de production correspond à une quantité déterminée de produit présentant les mêmes

caractéristiques physicochimiques, fabriquée selon la même recette, à partir de la même source d'approvisionnement et au cours d'une période de production ininterrompue.

18.1.3 MISE EN ŒUVRE

Les trottoirs, bordures, musoirs et caniveaux coulés en place ne doivent pas dévier de plus de 6 mm de l'alignement et du profil stipulés. Toute section qui présente des irrégularités excédant 5 mm dans 3 m, mesurées selon la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère, doit être reprise aux frais de l'entrepreneur. La surface des trottoirs doit être texturisée de façon qu'elle soit antidérapante.

18.1.3.1 Préparation de surface pour construction

La surface sur laquelle est placée la fondation granulaire en vue de la construction d'une bordure, d'un trottoir, d'un musoir ou d'un caniveau doit être uniforme, exempte de dépression et conforme au profil déterminé sur les plans. L'entrepreneur doit s'assurer que la surface est bien drainée, stable et compactée conformément aux exigences avant d'y placer la fondation en matériaux granulaires.

Les matériaux de fondation doivent être densifiés à un minimum de 95,0 % de la masse volumique sèche maximale déterminée selon la méthode CAN/BNQ 2501-255 «Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée (2700 kN • m/m³)».

18.1.3.2 Treillis métallique

Dans l'aménagement d'une entrée, le trottoir doit être armé d'un treillis métallique 152 x 152 – MW25,8/MW25,8.

Le treillis doit être placé à la mi-épaisseur du trottoir et doit être fixé à ses extrémités pour prévenir tout déplacement au moment de la mise en place du béton. L'entrepreneur doit utiliser des cales d'espacement en plastique ou en métal disposées à une distance maximale de 1200 mm de centre à centre, afin de maintenir les treillis à la distance requise du sol. Chacune des sections de treillis doit chevaucher la précédente de 150 mm. Le treillis doit s'arrêter à la partie haute des transitions et présenter un recouvrement de 75 mm par rapport aux côtés de la surface du trottoir.

18.1.3.3 Béton

Les exigences de mise en œuvre concernant les coffrages, le bétonnage et la finition du béton des ouvrages en béton de la section «Ouvrages



18 | Éléments de sécurité

d'art» s'appliquent aux trottoirs, bordures, musoirs et caniveaux coulés en place, sauf en ce qui concerne la cure.

Une exception se rattache aux coffrages, car ils doivent rester en place 24 heures après la mise en place du béton ou jusqu'à ce que le béton atteigne la résistance à la compression minimale de 10 MPa.

La température du béton plastique au moment de la mise en place doit être conforme aux exigences de fabrication du béton de la norme 3101 du Ministère.

Le béton ne doit pas être déposé contre tout matériau dont la température est supérieure à 35 °C ou inférieure à 0 °C.

18.1.3.4 Cure du béton

La cure du béton doit commencer immédiatement après la finition des surfaces, mais ne doit pas endommager la surface.

La cure des surfaces de béton doit se faire pendant 7 jours consécutifs à une température d'au moins 10 °C ou pendant le temps nécessaire pour atteindre 70 % de la résistance à la compression exigée à 28 jours.

Durant les 48 premières heures de la cure ou tant que le béton n'a pas atteint une résistance à la compression d'au moins 15 MPa, l'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires pour éliminer les chocs, les vibrations et autres causes de détérioration du béton.

Lorsqu'un béton de type V ou VII est utilisé pour un trottoir, la cure doit être réalisée au moyen de toiles absorbantes. Dans les autres cas, au moins une des méthodes suivantes doit être utilisée, seule ou en combinaison avec les autres :

a) Toile absorbante

La surface doit être complètement couverte et la toile doit être maintenue continuellement mouillée.

b) Feuille imperméable

Les feuilles utilisées doivent se chevaucher sur 100 mm, être bien scellées entre elles et couvrir complètement les surfaces.

c) Matériau de cure

Le matériau de cure formant membrane doit être appliqué au taux recommandé par le fabricant, sans toutefois être inférieur à 0,2 l/m² sur toutes les surfaces du béton. Le matériau de cure doit être agité avant son application afin d'obtenir un film homogène sur toute la surface.

18.1.3.5 Amorce de fissuration

L'amorce de fissuration des joints de retrait transversaux est faite au moyen d'un trait de scie. Le trait de scie doit être exécuté dès que la prise du béton permet de le faire sans desserter les granulats ni causer d'épaufrures.

18.1.4 MODE DE PAIEMENT

Les trottoirs en béton coulés en place sont payés au mètre carré. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, du coussin, l'excavation, la préparation de l'assise, le remblayage, le régalaage ainsi que la mise en œuvre, et il inclut les traits de scie pour l'amorce de fissuration, les planches compressibles, les treillis métalliques avec les cales d'espacement et toute dépense incidente.

Les bordures et les caniveaux en béton coulés en place sont payés au mètre. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, l'excavation, la préparation de l'assise, le remblayage, le régalaage ainsi que la mise en œuvre, et il inclut les traits de scie pour l'amorce de fissuration et toute dépense incidente.

La quantité prévue au bordereau pour l'ouvrage « bordures » ne fait aucune distinction entre les bordures droites, surélevées, abaissées, arasées et de transition.

Lorsque le trottoir et la bordure ne sont pas monolithiques, chaque ouvrage est payé séparément.

Les musoirs en béton coulés en place sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, l'excavation, la préparation de l'assise, le remblayage, le régalaage ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Les matériaux de remblayage provenant des déblais ou des excavations sont payés selon leur provenance, leur classe et leur mode de paiement respectif. Le matériau d'emprunt, autre que pour le coussin, est payé au mètre cube ou à la tonne, selon le mode de paiement prévu pour les emprunts.

18.2 BORDURES ET CANIVEAUX MOULÉS EN PLACE

18.2.1 MATÉRIAUX

18.2.1.1 Matériaux granulaires

Les matériaux granulaires doivent répondre aux exigences de la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », « Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement », et ce, après leur mise en œuvre.

18 | Éléments de sécurité

18.2.1.2 Béton

Le béton de masse volumique normale doit être conforme à la norme 3101 du Ministère.

18.2.1.3 Matériaux de cure

Le matériau de cure doit être conforme à la norme 3501 du Ministère.

Le matériau de cure formant membrane doit être pigmenté blanc (type 2).

18.2.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

18.2.2.1 Béton

Le béton moulé en place doit répondre aux exigences d'assurance de la qualité relatives aux ouvrages en béton de la section «Ouvrages d'art». La vérification des caractéristiques du béton plastique est réalisée sur les 2 premiers chargements. Si le béton est conforme aux exigences, une vérification est alors exécutée tous les 3 chargements. Sinon, le chargement suivant doit être vérifié, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il y ait 2 chargements consécutifs qui soient conformes.

18.2.2.2 Matériau de cure – Attestation de conformité

Pour chaque livraison de matériaux de cure formant membrane, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- la classe du produit selon la norme ASTM C309 «Standard Specifications for Liquid Membrane Forming Compounds for Curing Concrete»;
- le numéro de lot de production;
- le taux d'application (l/m^2);
- la perte d'eau (kg/m^2) à 72 heures.

Un lot de production correspond à une quantité déterminée de produit présentant les mêmes caractéristiques physicochimiques, fabriquée selon la même recette, à partir de la même source d'approvisionnement et au cours d'une période de production ininterrompue.

18.2.3 MISE EN ŒUVRE

Les bordures et caniveaux moulés en place ne doivent pas dévier de plus de 6 mm de l'alignement et du profil stipulé. Toute section qui présente des irrégularités excédant 5 mm dans 3 m, mesurées selon la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère, doit être reprise aux frais de l'entrepreneur.

18.2.3.1 Préparation de surface pour construction

La surface sur laquelle est placée la fondation granulaire en vue de la construction d'une bordure ou d'un caniveau doit être uniforme, exempte de dépression et conforme au profil déterminé sur les plans. L'entrepreneur doit s'assurer que la surface est bien drainée, stable et compactée conformément aux exigences avant d'y placer la fondation en matériaux granulaires.

Les matériaux de fondation doivent être densifiés à un minimum de 95 % de la masse volumique sèche maximale déterminée selon la méthode CAN/BNQ 2501-255 «Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée ($2700 kN \cdot m/m^3$)».

18.2.3.2 Béton

Les exigences de mise en œuvre relatives aux bétonnage et la finition du béton des ouvrages en béton de la section «Ouvrages d'art» s'appliquent aux bordures et aux caniveaux moulés en place, sauf en ce qui concerne la cure.

La température du béton plastique au moment de la mise en place doit être conforme aux exigences de fabrication du béton de la norme 3101 du Ministère.

Le béton ne doit pas être déposé contre tout matériau dont la température est supérieure à 35 °C ou inférieure à 0 °C.

18.2.3.3 Cure du béton

La cure du béton doit commencer immédiatement après la finition des surfaces, mais ne doit pas endommager la surface.

La cure des surfaces de béton doit se faire pendant 7 jours consécutifs à une température d'au moins 10 °C ou pendant le temps nécessaire pour atteindre 70 % de la résistance à la compression exigée à 28 jours.

Durant les 48 premières heures de la cure ou tant que le béton n'a pas atteint une résistance à la compression d'au moins 15 MPa, l'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires pour éliminer les chocs, les vibrations et autres causes de détérioration du béton.

Au moins une des méthodes suivantes doit être utilisée, seule ou en combinaison avec les autres :

a) Toile absorbante

La surface doit être complètement couverte et la toile doit être maintenue continuellement mouillée.

18 | Éléments de sécurité

b) Feuille imperméable

Les feuilles utilisées doivent se chevaucher sur 100 mm, être bien scellées entre elles et couvrir complètement les surfaces.

c) Matériau de cure

Le matériau de cure formant membrane doit être appliqué au taux recommandé par le fabricant, sans toutefois être inférieur à 0,2 l/m² sur toutes les surfaces du béton. Le matériau de cure doit être agité avant son application afin d'obtenir un film homogène sur toute la surface.

18.2.3.4 Amorce de fissuration

L'amorce de fissuration des joints de retrait transversaux est faite au moyen d'un trait de scie. Le trait de scie doit être exécuté dès que la prise du béton permet de le faire sans desserrer les granulats ni causer d'épaufrures.

18.2.4 MODE DE PAIEMENT

Les bordures et les caniveaux en béton moulés en place sont payés au mètre. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, l'excavation, la préparation de l'assise, le remblayage, le régalage ainsi que la mise en œuvre, et il inclut les traits de scie pour l'amorce de fissuration et toute dépense incidente.

La quantité prévue au bordereau pour l'ouvrage « bordures » ne fait aucune distinction entre les bordures droites, surélevées, abaissées, arasées et de transition.

Les matériaux de remblayage provenant des déblais ou des excavations sont payés selon leur provenance, leur classe et leur mode de paiement respectif. Le matériau d'emprunt, autre que pour le coussin, est payé au mètre cube ou à la tonne, selon le mode de paiement prévu pour les emprunts.

18.3 BORDURES, MUSOIRS ET CANIVEAUX PRÉFABRIQUÉS EN BÉTON

18.3.1 MATÉRIAUX

Les bordures et musoirs préfabriqués en béton doivent être conformes à la norme BNQ 2624-210 « Bordures en béton préfabriquées – Caractéristiques dimensionnelles, géométriques et physiques ».

18.3.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

18.3.2.1 Attestation de conformité

L'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité délivrée par le fabricant et contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom du fabricant;
- la date de fabrication;
- le numéro de lot de production;
- les résultats des essais suivants :
 - ♦ la résistance à la compression pour chaque journée de production,
 - ♦ l'absorption d'eau,
 - ♦ la résistance à l'écaillage des surfaces exposées aux sels déglacants,
 - ♦ la résistance aux cycles de gel et de dégel,
 - ♦ la résistance à la flexion (non exigée pour les caniveaux).

Les éléments préfabriqués doivent être identifiés selon la date de fabrication ou le lot de production. Un lot de production est constitué d'éléments préfabriqués présentant les mêmes caractéristiques et fabriqués en continu avec les mêmes constituants, formules de mélange et procédés de fabrication pendant une période d'une semaine.

18.3.2.2 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en 3 bordures par lot de 1000 m de bordure ou par contrat lorsque la quantité totale à poser est inférieure à 1000 m. Pour les musoirs, le nombre requis est 1.

18.3.3 MISE EN ŒUVRE

Les bordures, musoirs et caniveaux préfabriqués ne doivent pas dévier de plus de 6 mm de l'alignement et du profil stipulé. Toute section qui présente des irrégularités excédant 5 mm dans 3 m, mesurées selon la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère, doit être reprise aux frais de l'entrepreneur.

18.3.4 MODE DE PAIEMENT

Les bordures et les caniveaux préfabriqués en béton sont payés au mètre. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, l'excavation, la préparation de l'assise, la construction du coussin de support et de l'appui, le remblayage, le régalage ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.



18 | Éléments de sécurité

La quantité prévue au bordereau pour l'ouvrage «bordures» ne fait aucune distinction entre les bordures droites, surélevées, abaissées, arasées et de transition.

Les musoirs préfabriqués en béton sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, l'excavation, la préparation de l'assise, le remblayage, le régalage ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Les matériaux de remblayage provenant des déblais ou des excavations sont payés selon leur provenance, leur classe et leur mode de paiement respectif. Le matériau d'emprunt est payé au mètre cube ou à la tonne, selon le mode de paiement prévu pour les emprunts.

18.4 BORDURES ET MUSOIRS EN GRANIT

18.4.1 MATÉRIAUX

Les bordures et musoirs en granit doivent être conformes à la norme 14201 du Ministère.

18.4.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ – CONTRÔLE DE RÉCEPTION

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en 3 bordures par lot de 1000 m de bordure ou par contrat lorsque la quantité totale à poser est inférieure à 1000 m. Pour les musoirs, le nombre requis est 1.

18.4.3 MISE EN ŒUVRE

Les bordures et musoirs en granit ne doivent pas dévier de plus de 6 mm de l'alignement et du profil stipulés. Toute section qui présente des irrégularités excédant 5 mm dans 3 m, mesurées selon la méthode d'essai LC 26-600 du Ministère, doit être reprise aux frais de l'entrepreneur.

18.4.4 MODE DE PAIEMENT

Les bordures préfabriquées en granit sont payées au mètre. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, l'excavation, la préparation de l'assise, la construction du coussin de support et de l'appui, le remblayage, le régalage ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

La quantité prévue au bordereau pour l'ouvrage «bordures» ne fait aucune distinction entre les bordures droites, surélevées, abaissées, arasées et de transition.

Les musoirs préfabriqués en granit sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, l'excavation, la préparation de l'assise, le remblayage, le régalage ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

Les matériaux de remblayage provenant des déblais ou des excavations sont payés selon leur provenance, leur classe et leur mode de paiement respectif. Le matériau d'emprunt est payé au mètre cube ou à la tonne, selon le mode de paiement prévu pour les emprunts.

18.5 GLISSIÈRES SEMI-RIGIDES

Cet article couvre l'installation initiale et la réparation des glissières semi-rigides latérales et médianes avec profilé à double ondulation ou avec tube d'acier.

18.5.1 MATÉRIAUX

18.5.1.1 Poteaux d'acier

Les poteaux d'acier d'une glissière semi-rigide avec profilé d'acier à double ondulation doivent être constitués de profilés d'acier W150×13 ou W150×14 de type W, conformes à la norme CSA G40.21 «Acier de construction» avec une limite élastique minimale de 260 MPa ou conformes à la norme ASTM A36/A36M «Standard Specification for Carbon Structural Steel».

Les poteaux d'acier d'une glissière semi-rigide avec tube d'acier doivent être constitués de profilés d'acier S75×8 de type W, conformes à la norme CSA G40.21 «Acier de construction» avec une limite élastique minimale de 260 MPa ou conformes à la norme ASTM A36/A36M «Standard Specification for Carbon Structural Steel».

Les poteaux d'acier doivent être d'une seule pièce. L'aboutement de pièces par soudage est interdit.

Les poteaux d'acier doivent être galvanisés à chaud, conformément à la norme ASTM A123/A123M «Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products» ou ASTM A153 «Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware».

Au moment de l'installation des poteaux d'acier, l'entrepreneur a l'entière responsabilité de s'assurer qu'il n'y a pas de rouille blanche sur les matériaux fournis.

18 | Éléments de sécurité

18.5.1.2 Poteaux et blocs écarteurs en bois traité

Le bois des poteaux et des blocs écarteurs d'une glissière semi-rigide avec profilé d'acier à double ondulation doit être conforme à la norme 11101 du Ministère.

18.5.1.3 Éléments de glissement et accessoires

Les éléments de glissement, tels que les profilés d'acier à double ondulation ou les tubes d'acier, les pièces d'extrémité et les accessoires du dispositif d'ancrage doivent être conformes à la norme 6301 du Ministère.

Les éléments de glissement doivent être d'une seule pièce. L'aboutement de pièces par soudage est interdit.

Pour toute installation d'éléments de glissement, de pièces d'extrémité et d'accessoires d'une glissière, d'une section d'ancrage, d'une transition et d'un raccordement à être effectuée du 1^{er} septembre au 31 décembre, l'entrepreneur doit utiliser seulement des pièces qui ont été galvanisées avant le 1^{er} septembre. Pour toute installation de ces éléments, pièces d'extrémité et accessoires qui doit être effectuée du 1^{er} janvier au 30 avril, l'entrepreneur doit utiliser seulement des pièces qui ont été galvanisées au moins 3 mois avant leur installation.

Au moment de l'installation des éléments de glissement, pièces d'extrémités et accessoires de la glissière, l'entrepreneur a l'entière responsabilité de s'assurer qu'il n'y a pas de rouille blanche sur les matériaux fournis.

18.5.1.4 Boulons, écrous et rondelles

Les boulons, les écrous, les rondelles et les tiges d'ancrage doivent être conformes à la norme 6201 du Ministère.

18.5.1.5 Pellicules rétroréfléchissantes

Les pellicules rétroréfléchissantes doivent être conformes à la norme 14101 du Ministère. Si une plaque est requise pour l'installation, elle doit être en aluminium.

18.5.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

Toutes les composantes de glissières de sécurité (poteaux, blocs écarteurs, éléments de glissement, pièces d'extrémité, accessoires et quincaillerie) utilisées au moment de l'installation ou

de la réparation d'une glissière semi-rigide doivent être neuves. Cette exigence n'est pas applicable pour les blocs écarteurs en bois réutilisé.

18.5.2.1 Poteaux d'acier

18.5.2.1.1 Attestation de conformité

Pour chaque livraison ou avant chaque installation de poteaux d'acier, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante :

- le nom du fabricant;
- le lieu et la date de fabrication;
- le type de profilé;
- la nuance d'acier;
- le numéro de coulée;
- les propriétés mécaniques;
- la composition chimique;
- l'épaisseur du revêtement;
- le numéro du lot de production.

Un lot de production est constitué de poteaux d'acier galvanisé de même type, provenant de la même coulée.

18.5.2.1.2 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en 1 poteau par lot de production.

18.5.2.2 Poteaux et blocs écarteurs en bois traité

18.5.2.2.1 Système qualité conforme à la norme ISO

Le traitement du bois sous pression doit être effectué par une entreprise dont l'usine détient un certificat d'enregistrement attestant que le système qualité satisfait à la norme ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité».

L'entrepreneur doit remettre au surveillant une copie de la certification ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité» à la première livraison de chacun de ses fournisseurs ou à la première installation.

18.5.2.2.2 Attestation de conformité

Pour chaque livraison ou avant chaque installation de poteaux et de blocs écarteurs (neufs ou fabriqués à partir de bois réutilisé) en bois traité, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une ou des attestations de conformité, comme spécifié à la norme 11101 du Ministère.

18 | Éléments de sécurité

Au moment de l'expédition ou avant l'installation, l'information suivante est ajoutée sur la ou les attestations de conformité :

- le nom du fournisseur;
- le nom de l'entrepreneur;
- le numéro de contrat;
- la date de livraison;
- la quantité livrée par lot de production.

18.5.2.2.3 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, des échantillons de bois traité sont prélevés afin de réaliser des essais de pénétration et de rétention.

L'accès à l'usine de traitement ou au lieu d'entreposage et d'expédition doit être assuré au représentant du Ministère pour qu'il puisse procéder à des échantillonnages supplémentaires au besoin.

18.5.2.3 Éléments de glissement et accessoires

18.5.2.3.1 Système qualité conforme à la norme ISO

Les éléments de glissement en profilé d'acier à double ondulation doivent être produits par un fabricant dont l'usine détient un certificat d'enregistrement attestant que le système qualité est conforme à la norme ISO.

Les pièces d'extrémité doivent être produits par un fabricant dont l'usine détient un certificat d'enregistrement attestant que le système qualité est conforme à la norme ISO.

L'entrepreneur doit remettre au surveillant une copie du certificat d'enregistrement ISO 9001 «Systèmes de management de la qualité» à la première livraison ou avant l'installation de chacun de ses fournisseurs.

18.5.2.3.2 Attestation de conformité

Pour chaque livraison ou avant chaque installation d'éléments de glissement en profilé d'acier à double ondulation, de pièces d'extrémité ou d'éléments de glissement en tube d'acier, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- le nom de l'entreprise de galvanisation;
- le lieu et la date de la galvanisation;
- la nuance d'acier;
- le numéro de coulée;
- les propriétés mécaniques;

- la composition chimique;
- l'épaisseur du revêtement;
- le numéro du lot de production.

Un lot de production est constitué de pièces d'acier de construction de même nuance, de même résilience, de mêmes dimensions et provenant de la même coulée.

18.5.2.3.3 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en 1 élément de glissement d'une longueur de 250 mm et d'une pièce d'extrémité par lot de production, sur lequel est indiqué le sens du laminage.

18.5.2.4 Boulons, écrous et rondelles

18.5.2.4.1 Attestation de conformité

Pour chaque livraison ou avant chaque installation de boulons, d'écrous et de rondelles, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante :

- le nom du distributeur;
- le numéro de la norme de chaque élément;
- les dimensions nominales;
- l'identification du marquage des boulons;
- le numéro de lot de production des boulons;
- l'information sur le revêtement.

Un lot de production est constitué de pièces de mêmes dimensions provenant d'une même coulée d'acier.

18.5.2.4.2 Contrôle de réception

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons consiste en 3 pièces de mêmes dimensions de chaque type par lot de production.

18.5.3 MISE EN ŒUVRE

18.5.3.1 Installation des poteaux

L'entrepreneur doit utiliser une méthode d'installation des poteaux qui ne crée aucun dommage à ceux-ci et ne déstabilise pas le talus ni l'accotement. La réparation ou le remplacement des poteaux endommagés et la remise en état des lieux sont aux frais de l'entrepreneur.

En présence de roc, où l'excavation est nécessaire, l'entrepreneur doit prévoir l'utilisation du matériel nécessaire pour effectuer l'excavation de deuxième classe sur le site des travaux. L'espace excavé autour des poteaux doit être remblayé au

18 | Éléments de sécurité

moyen de matériaux granulaires conformes à la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », « Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement » pour un matériau granulaire pour sous-fondation, et ce, après la mise en œuvre des matériaux, puis densifié par couches de 150 mm d'épaisseur. L'entrepreneur doit mettre au rebut les matériaux excavés en surplus selon les exigences concernant les rebuts de terrassement.

Les poteaux doivent être installés verticalement selon le profil transversal. Ils doivent être installés perpendiculairement, selon le profil longitudinal de la chaussée, lorsque la pente est inférieure à 2 %, et à la verticale lorsque la pente est égale ou supérieure à 2 %.

18.5.3.2 Excavation de première classe

Dans le roc solide, les dimensions de l'excavation sont celles correspondant à un volume circulaire de 600 mm de diamètre dont la hauteur est calculée à partir du bas du poteau à installer.

18.5.3.3 Alignement

L'entrepreneur doit installer les poteaux de façon que les dessus des poteaux suivent une ligne régulière. L'alignement vertical des poteaux ne doit pas reproduire les imperfections de la route et des accotements.

18.5.3.4 Pellicules rétroréfléchissantes

L'entrepreneur doit installer les plaques et les pellicules rétroréfléchissantes indiquées aux plans et devis. Les surfaces d'acier galvanisé devant recevoir les pellicules rétroréfléchissantes doivent être nettoyées à l'aide d'un tampon imbibé d'une solution d'acide phosphorique concentré entre 5 et 8 %, puis rincées à l'eau claire. Sur le bois, les plaques d'aluminium sur lesquelles sont fixées les pellicules doivent être installées au moyen de clous galvanisés.

18.5.3.5 Exécution des travaux

L'entrepreneur doit s'assurer d'avoir tous les éléments de la glissière, y inclus les dispositifs d'extrémité de glissière semi-rigide, avant d'entreprendre l'installation.

Chaque journée de travail, l'entrepreneur doit limiter l'installation de poteaux afin d'assurer l'installation complète en fin de journée de la glissière, des pièces d'extrémité, des dispositifs d'ancrage ou des autres accessoires sur chacun de ceux-ci. Si l'entrepreneur ne peut pas terminer l'installation de la glissière à la fin d'une journée de travail, il devra prévoir l'installation d'un bout rond tampon temporaire à son extrémité.

18.5.3.6 Tolérances d'installation de la glissière

Les limites de tolérance à l'intérieur desquelles l'installation de la glissière doit être effectuée sont les suivantes :

- hauteur de ± 25 mm par rapport au profil final de la plate-forme revêtue mesurée au droit de la face de l'élément de glissement;
- hauteur de ± 50 mm par rapport au profil de la plate-forme en gravier mesurée au droit de la face de l'élément de glissement;
- déviation transversale à la tête du poteau de ± 25 mm par rapport à la position de la ligne implantée par l'entrepreneur;
- déviation de l'axe du poteau de ± 15 mm par rapport à la position de la base du poteau indiquée aux plans et devis.

18.5.3.7 Installation des éléments de glissement et des accessoires

Dans le cas des éléments de glissement en profilé d'acier à double ondulation et des accessoires, les boulons doivent être serrés avec une clé manuelle ou autre, de façon à obtenir un couple de serrage d'au moins 100 N•m, sans toutefois déformer les éléments à assembler. Cependant, pour la fixation des éléments de glissement en profilé d'acier à double ondulation sur des poteaux de bois, les boulons doivent être serrés à fond à l'aide d'une clé à mâchoires d'une longueur d'environ 400 mm, sans toutefois déformer les éléments à assembler.

Dans le cas des éléments de glissement en tubes d'acier et des accessoires, les boulons doivent être serrés à fond à l'aide d'une clé à mâchoires d'une longueur approximative de 400 mm de manière, le cas échéant, à ne pas déformer les profilés.

Après le serrage, l'extrémité filetée des boulons et des tiges d'ancrage doit excéder l'écrou d'au moins 3 mm.

18.5.3.8 Réparation de la galvanisation

Les surfaces endommagées dont la largeur est inférieure ou égale à 2,5 cm doivent être réparées en appliquant, au pinceau, deux couches d'un enduit riche en zinc d'une teneur minimale de 87 % (solide/poids) de zinc métallique dans le film sec. De plus, sur une même pièce, la surface totale à réparer par enduit riche en zinc doit être inférieure ou égale à 0,5 % de la surface totale de celle-ci, en excluant la surface de la tête du poteau.



18 | Éléments de sécurité

Les surfaces endommagées doivent être préalablement nettoyées selon les exigences de la norme SSPC-SP 11 «Power Tool Cleaning to Bare Metal». L'épaisseur totale minimale du film sec d'enduit doit être de 130 µm.

Les pièces dont les surfaces endommagées ont une largeur supérieure à 2,5 cm ou totalisent plus de 0,5 % de la surface totale de la pièce doivent être remplacées ou regalvanisées.

Dans le cas où la galvanisation sur la tête des poteaux en acier est endommagée lors de la mise en place des poteaux, elle doit être réparée en appliquant deux couches d'un enduit riche en zinc d'une teneur minimale de 87 % (solide/poids) de zinc métallique dans le film sec sans tenir compte de l'extension du dommage du revêtement.

18.5.4 MODE DE PAIEMENT

18.5.4.1 Glissières semi-rigides avec profilé à double ondulation

18.5.4.1.1 Poteaux, éléments de glissement et accessoires

La glissière semi-rigide avec profilé à double ondulation est mesurée sur l'axe central de la glissière à partir du centre du premier poteau jusqu'au centre du dernier poteau et payée au mètre. Toutefois :

- si la glissière comporte une section d'ancrage et qu'elle ne fait pas partie d'un dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide homologué, la longueur de cette section d'ancrage est exclue de la mesure de la glissière. Le poteau d'acier additionnel précédant la section d'ancrage doit être inclus dans le prix de la glissière;
- si la glissière comporte un dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide homologué, la longueur de ce dispositif mesurée à partir du premier poteau à l'origine est exclue de la mesure de la glissière;
- si la glissière comporte une transition de rigidité à une glissière de pont ou un élément rigide, la longueur de cette transition est exclue de la mesure de la glissière. Le poteau précédant la transition doit être inclus dans le prix de la glissière;
- si la glissière se raccorde à une glissière de pont ou à un élément rigide sans transition de rigidité, la mesure de la glissière est jusqu'au point de raccordement tel qu'il est défini au chapitre 3 «Glissière de sécurité – Conception et construction» du Tome VIII – Dispositifs de retenue de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

Le prix de la glissière semi-rigide avec profilé à double ondulation couvre notamment la fourniture des poteaux, des blocs écarteurs, des profilés d'acier à double ondulation, les accessoires et tous les boulons. Il couvre également l'excavation de deuxième classe, le remblayage, le régalage, la mise au rebut, la fourniture des matériaux, les bouts ronds temporaires, les plaques et les pellicules rétro réfléchissantes ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente.

Lorsque des poteaux d'acier doivent être installés sur une dalle d'ancrage ou sur une dalle d'un ponceau rectangulaire en béton armé, le prix des poteaux doit être inclus dans le prix de la glissière, de la section d'ancrage ou de la transition de rigidité auxquels il se rapporte.

18.5.4.1.2 Sections d'ancrage

Les sections d'ancrage d'une glissière semi-rigide avec profilé à double ondulation qui ne font pas partie d'un dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide homologué sont payées à l'unité.

Le prix unitaire couvre notamment la fourniture des bouts effilés ou des bouts ronds tampons, deux poteaux, les éléments du dispositif d'ancrage, les plaques de butée et les profilés à double ondulation ainsi que tous les boulons. Il couvre également l'excavation de deuxième classe, le remblayage, le régalage, la mise au rebut, la fourniture des matériaux, les bouts ronds temporaires, les plaques rétro réfléchissantes ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente.

18.5.4.1.3 Transitions de rigidité

Les transitions de rigidité d'une glissière semi-rigide avec profilé à double ondulation sont payées à l'unité jusqu'au point de raccordement.

Le prix unitaire couvre notamment la fourniture des poteaux, des blocs écarteurs, des profilés d'acier à double ondulation et des boulons. Il couvre également l'excavation de deuxième classe, le remblayage, le régalage, la mise au rebut, la fourniture des matériaux, les bouts ronds temporaires, les pellicules rétro réfléchissantes ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente.

18.5.4.1.4 Raccordements

Les raccordements de la glissière semi-rigide avec profilé à double ondulation à une glissière de pont ou à un élément rigide sans transition de rigidité ou à une glissière rigide sont payés à l'unité. Le prix couvre la fourniture des matériaux, notamment les bouts plats, les plaques de raccord, les plaques de renforcement, les pièces d'attache, les cales, les entretoises, les tubes compressibles, tous les

18 | Éléments de sécurité

boulons servant au raccordement ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente. Lorsque ce raccordement requiert un chevauchement du profilé à double ondulation sur une glissière rigide ou une glissière de pont en béton, ce chevauchement doit être inclus dans le prix unitaire du raccordement.

18.5.4.1.5 Réparation et entretien

Dans le cadre de travaux de réparation et d'entretien :

- les poteaux sont payés à l'unité lorsqu'ils ne sont pas inclus dans le prix de la glissière semi-rigide avec profilé à double ondulation payée au mètre linéaire;
- les profilés d'acier à double ondulation d'une longueur de 4128 mm sont payés à l'unité lorsqu'ils ne sont pas inclus dans le prix de la glissière semi-rigide avec profilé à double ondulation payée au mètre linéaire;
- les bouts effilés ou les bouts ronds tampons qui ne font pas partie d'un dispositif d'ancrage, les bouts plats et les plaques de raccord sont payés à l'unité.

Le prix unitaire couvre notamment la fourniture des matériaux, les plaques de renforcement, l'attache arrière et les boulons ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente.

18.5.4.2 Glissières semi-rigides avec tube d'acier

18.5.4.2.1 Poteaux, éléments de glissement et accessoires

La glissière semi-rigide avec tube d'acier est mesurée selon l'axe central de la glissière à partir de l'extrémité du tube à l'origine jusqu'à l'extrémité du tube au massif d'ancrage de l'extrémité abaissée et payée au mètre. Toutefois :

- si la glissière comporte un dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide homologué, latéral ou médian, la longueur de ce dispositif mesurée à partir du premier poteau à l'origine est exclue de la mesure de la glissière;
- si la glissière comporte une transition de rigidité à une glissière de pont en acier, la longueur de cette transition est exclue de la mesure de la glissière;
- si la glissière se raccorde à une glissière de pont en acier sans transition de rigidité, la mesure de la glissière est jusqu'au point de raccordement tel qu'il est défini au chapitre 3 « Glissière de sécurité – Conception

et construction » du Tome VIII – *Dispositifs de retenue* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

Le prix de la glissière semi-rigide avec tube d'acier couvre la fourniture des poteaux et des tubes d'acier, l'excavation de deuxième classe, le remblayage, le régaling, la mise au rebut, la fourniture des matériaux, les pellicules rétro réfléchissantes ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente.

Les plaques d'aboutement, le tube de raccord et tous les boulons reliant la glissière et le dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide homologué doivent être inclus dans le prix de la glissière semi-rigide avec tube d'acier.

18.5.4.2.2 Massifs d'ancrage

Le massif d'ancrage en béton d'une glissière semi-rigide avec tube d'acier qui ne fait pas partie d'un dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide homologué est payé à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, les tiges d'ancrage, l'excavation de première ou deuxième classe, le remblayage, le régaling, l'élimination des rebuts ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente.

18.5.4.2.3 Transitions de rigidité

Les transitions de rigidité d'une glissière semi-rigide avec tube d'acier sont payées à l'unité jusqu'au point de raccordement. Le prix unitaire couvre notamment la fourniture des poteaux, des tubes d'acier, des plaques de butée et des boulons. Il couvre également l'excavation de deuxième classe, le remblayage, le régaling, la mise au rebut, la fourniture des matériaux, les pellicules rétro réfléchissantes ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente.

18.5.4.2.4 Raccordements

Le raccordement de chaque tube d'acier d'une glissière semi-rigide avec tube d'acier à une glissière de pont en acier est payé à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la pièce de raccordement, le tube intérieur, les plaques d'aboutement, tous les boulons servant au raccordement ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente.

18.5.4.2.5 Réparation et entretien

Dans le cadre de travaux de réparation et d'entretien :

- les poteaux d'acier sont payés à l'unité lorsqu'ils ne sont pas inclus dans une section de glissière semi-rigide avec tube d'acier payée au mètre linéaire;

18 | Éléments de sécurité

- les tubes d'acier d'une longueur de 5476 mm sont payés à l'unité lorsqu'ils ne sont pas inclus dans le prix de la glissière semi-rigide avec tube d'acier payée au mètre linéaire.

Le prix unitaire couvre notamment la fourniture des matériaux, les plaques d'aboutement et les boulons ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente.

18.6 GLISSIÈRES RIGIDES EN BÉTON

Cet article couvre l'ensemble des glissières rigides latérales et médianes en béton à l'exclusion des glissières de pont en béton et des glissières en béton pour chantier.

18.6.1 MATÉRIAUX

18.6.1.1 Béton

Le béton d'une glissière rigide coulée en place doit être conforme à la norme 3101 du Ministère et de type IV. Le béton d'une glissière rigide moulée en place doit être conforme à la norme 3101 du Ministère et de type VI ou VII.

Le béton d'une dalle de recouvrement doit être conforme à la norme 3101 du Ministère et de type IV ou V.

18.6.1.2 Armature

Les armatures et les barres d'ancrage doivent être conformes à la norme 5101 du Ministère.

La nuance de l'acier doit être de 400W.

Les armatures, les barres crénelées et les barres d'ancrage doivent être galvanisées à chaud conformément à la norme ASTM A123/A123M «Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products» ou ASTM A153 «Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware».

18.6.1.3 Matériaux de cure

Le matériau de cure doit être conforme à la norme 3501 du Ministère.

Lorsqu'un matériau de cure formant membrane est utilisé, il doit être pigmenté blanc (type 2).

L'eau utilisée pour la cure du béton doit être conforme à la norme 3101 du Ministère concernant l'eau de gâchage. La température de l'eau ne doit pas être inférieure à 10 °C.

18.6.1.4 Matériaux granulaires

Les matériaux granulaires pour le remplissage entre les deux glissières rigides latérales formant une glissière rigide médiane doivent être de type MG 112 et conformes aux exigences de la norme

BNQ 2560-114 «Travaux de génie civil – Granulats», «Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement», et ce, après la mise en œuvre des matériaux granulaires.

18.6.1.5 Enrobé pour dalle de recouvrement

L'enrobé pour la dalle de recouvrement entre deux glissières rigides latérales formant une glissière rigide médiane doit être conforme aux exigences de la norme 4202 du Ministère et de type EC-5 ou EC-10.

Le bitume entrant dans la composition de l'enrobé doit être conforme aux exigences de la norme 4101 du Ministère.

18.6.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

18.6.2.1 Béton

Le béton utilisé pour les glissières rigides coulées ou moulées en place et pour la dalle de recouvrement doit répondre aux exigences d'assurance de la qualité relatives aux ouvrages en béton de la section «Ouvrages d'art». La vérification des caractéristiques du béton plastique est réalisée sur les 2 premiers chargements. Si le béton est conforme aux exigences, une vérification est alors exécutée tous les 3 chargements. Sinon, le chargement suivant doit être vérifié, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il y ait 2 chargements consécutifs qui soient conformes.

18.6.2.2 Armature

Les armatures, les barres crénelées et les barres d'ancrage utilisées pour les glissières rigides coulées ou moulées en place doivent répondre aux exigences d'assurance de la qualité relatives aux ouvrages en béton de la section «Ouvrages d'art».

18.6.2.3 Matériaux de cure

Pour chaque livraison de matériaux de cure formant membrane, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante pour chaque lot de production :

- la classe du produit selon la norme ASTM C309 «Standard Specifications for Liquid Membrane Forming Compounds for Curing Concrete»;
- le numéro de lot de production;
- le taux d'application (l/m²);
- la perte d'eau (kg/m²) à 72 heures.

Un lot de production correspond à une quantité déterminée de produit présentant les mêmes caractéristiques physicochimiques, fabriquée



18 | Éléments de sécurité

selon la même recette, à partir de la même source d'approvisionnement et au cours d'une période de production ininterrompue.

18.6.2.4 Matériaux granulaires

Pour chaque source de matériaux granulaires utilisée pour le remplissage entre les 2 glissières rigides latérales formant une glissière rigide médiane, et au moins 7 jours avant la première livraison, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité répondant aux exigences de l'attestation de conformité des matériaux de sous-fondation de chaussée de la section « Fondations de chaussée ».

18.6.2.5 Enrobé pour dalle de recouvrement

L'enrobé pour la dalle de recouvrement entre les deux glissières rigides latérales formant une glissière rigide médiane doit répondre aux exigences suivantes d'assurance qualité relatives à l'article « Enrobé préparé et posé à chaud » de la section « Revêtement de chaussée en enrobé » :

- système qualité conforme à la norme ISO pour le bitume;
- système qualité conforme à la norme ISO pour l'enrobé à chaud;
- centrale d'enrobage respectant les exigences de la norme AASHTO M156 « Standard Specification for Requirements for Mixing Plants for Hot-Mixed, Hot-Laid Bituminous Paving Mixtures ».

Au moins 7 jours avant la mise en place des enrobés, et après la validation des résultats d'essais et de calculs, l'entrepreneur remet au Ministère les formules théoriques et finales des enrobés à chaud formulés selon la méthode de formulation du Laboratoire des chaussées, qui contiennent l'information prescrite dans la norme 4202 du Ministère, ainsi que tous les résultats d'essais et de calculs effectués qui démontrent que les exigences d'évaluation en production des formules théoriques et d'établissement des formules finales ont été suivies et respectées, ainsi que la traçabilité des échantillons et des essais effectués.

18.6.3 MISE EN ŒUVRE

18.6.3.1 Béton

Les exigences de mise en œuvre relatives aux ouvrages en béton de la section « Ouvrages d'art » s'appliquent aux glissières rigides coulées ou moulées en place, sauf en ce qui concerne la cure.

Pour les glissières rigides en béton moulées en place, il est interdit d'entreprendre les travaux de mise en place du béton lorsqu'il y a des

précipitations sous forme de pluie, de bruine, de neige ou de grêle. Si les précipitations surviennent au cours du bétonnage, l'entrepreneur doit cesser le bétonnage, réaliser un joint de construction selon les instructions du surveillant et protéger efficacement le béton déjà mis en place des effets des précipitations jusqu'à ce qu'il ait suffisamment durci.

Le béton ne doit pas être déposé contre tout matériau dont la température est supérieure à 35 °C ou inférieure à 0 °C.

Les glissières rigides coulées ou moulées en place ne doivent pas dévier de plus de 6 mm de l'alignement et du profil stipulé; toute section qui présente des irrégularités excédant 10 mm dans 3 m doit être reprise aux frais de l'entrepreneur.

18.6.3.2 Armature

Les exigences de mise en œuvre relatives aux armatures de la section « Ouvrages d'art » s'appliquent aux glissières rigides coulées en place.

18.6.3.3 Cure du béton

La cure du béton doit commencer immédiatement après la finition des surfaces, mais ne doit pas endommager la surface.

La cure des surfaces de béton doit se faire pendant 7 jours consécutifs à une température d'au moins 10 °C ou pendant le temps nécessaire pour atteindre 70 % de la résistance à la compression exigée à 28 jours.

Durant les 48 premières heures de cure ou tant que le béton n'a pas atteint une résistance à la compression d'au moins 15 MPa, l'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires pour éliminer les chocs, les vibrations et les autres causes de détérioration du béton.

Au moins une des méthodes suivantes doit être utilisée, seule ou en combinaison avec les autres :

a) Toile absorbante

La surface doit être complètement couverte et la toile doit être maintenue continuellement mouillée.

b) Feuille imperméable

Les feuilles utilisées doivent se chevaucher sur 100 mm, être bien scellées entre elles et couvrir complètement les surfaces.

c) Matériau de cure

Le matériau de cure formant membrane doit être appliqué au taux recommandé par le fabricant, sans toutefois être inférieur à 0,2 l/m² sur toutes les



18 | Éléments de sécurité

surfaces du béton. Le matériau de cure doit être agité avant son application afin d'obtenir un film homogène sur toute la surface.

18.6.3.4 Amorce de fissuration

L'amorce de fissuration des joints de retrait transversaux est faite au moyen d'un trait de scie. Le trait de scie doit être exécuté dès que la prise du béton permet de le faire sans desserrer les granulats ni causer d'épaufrures.

18.6.3.5 Matériaux granulaires

Les matériaux granulaires pour le remplissage entre les deux glissières rigides latérales formant une glissière rigide médiane doivent être mis en place par couches uniformes d'une épaisseur maximale de 200 mm densifiées à un minimum de 90 % de la masse volumique sèche maximale à l'aide d'outils manuels dont l'énergie de compactage n'endommagera pas ou ne déplacera pas les glissières rigides.

18.6.3.6 Enrobé pour dalle de recouvrement

L'enrobé pour dalle de recouvrement doit répondre aux exigences de mise en œuvre de l'enrobé de l'article «Épandage manuel» de la section «Revêtement de chaussée en enrobé». Seul l'épandage manuel est autorisé. Le compactage doit être réalisé à l'aide d'outils manuels dont l'énergie de compactage n'endommagera pas ou ne déplacera pas les glissières rigides latérales.

18.6.4 MODE DE PAIEMENT

18.6.4.1 Glissières rigides en béton

La glissière rigide latérale ou médiane coulée ou moulée en place est mesurée selon l'axe central de la glissière et payée au mètre selon le modèle de glissière.

La section armée d'une glissière rigide médiane est payée au mètre.

La section d'extrémité d'une glissière rigide latérale ou médiane en béton avec aménagement de l'origine est payée à l'unité.

Le prix couvre la fourniture des fiches descriptives des mélanges, la fourniture et la mise en œuvre des matériaux. Il inclut également toute dépense incidente.

Lorsqu'une glissière rigide est coulée ou moulée sur un revêtement de chaussée en béton, le prix doit aussi inclure la fourniture et la mise en œuvre des barres d'ancrage dans le béton frais ou existant du revêtement.

18.6.4.2 Sections de transition d'une glissière rigide

La section de transition de géométrie d'une glissière rigide latérale ou médiane entre une glissière en béton de type New Jersey et une glissière rigide en béton de type F-Shape est payée au mètre.

La section de transition de largeur de base d'une glissière rigide médiane ou la section de transition en présence d'un objet fixe d'une glissière rigide médiane est payée au mètre.

Le prix couvre la fourniture des fiches descriptives des mélanges, la fourniture et la mise en œuvre des matériaux. Il inclut également toute dépense incidente.

18.6.4.3 Matériaux granulaires pour le remplissage entre deux glissières rigides latérales

Les matériaux granulaires pour le remplissage entre 2 glissières rigides latérales sont payés à la tonne ou au mètre cube. Le prix couvre la fourniture des matériaux, le chargement, le pesage, le transport, l'épandage ainsi que le compactage, et il inclut toute dépense incidente.

18.6.4.4 Dalle de recouvrement en béton

La dalle de recouvrement en béton est payée au mètre carré. Le prix couvre la préparation de l'assise, la fourniture et la mise en œuvre des matériaux. Il inclut également toute dépense incidente.

18.6.4.5 Dalle de recouvrement en enrobé

La dalle de recouvrement en enrobé est payée à la tonne d'enrobé. Le prix couvre la préparation de l'assise, la fourniture et la mise en œuvre des matériaux. Il inclut également toute dépense incidente.

18.7 DISPOSITIFS D'EXTRÉMITÉ DE GLISSIÈRE SEMI-RIGIDE

Cette section couvre les dispositifs d'extrémité d'une glissière semi-rigide homologués.

18.7.1 MATÉRIAUX

18.7.1.1 Poteaux, éléments de glissement et accessoires

Les composants métalliques des dispositifs d'extrémité de glissière semi-rigide homologués doivent être galvanisés à chaud, conformément à la norme ASTM A123/A123M «Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Products» ou ASTM A153 «Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware».

18 | Éléments de sécurité

Les composants du dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide homologué doivent être libres de toute identification commerciale visible de la route.

18.7.1.2 Pellicules rétro réfléchissantes

Les pellicules rétro réfléchissantes du dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide homologué et de sa tête d'impact doivent être conformes à la norme 14101 du Ministère. Si une plaque est requise pour l'installation, elle doit être en aluminium.

18.7.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

18.7.2.1 Homologation

Pour toute installation ou réparation d'un dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide, l'entrepreneur doit utiliser un dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide homologué par le Ministère ou des pièces d'origine neuves correspondant au dispositif à réparer.

18.7.2.2 Attestation de conformité

Pour chaque livraison ou avant chaque installation d'un dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide homologué d'un modèle donné, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité délivrée par le fournisseur contenant l'information suivante :

- le nom du fabricant;
- le numéro du bon de commande de l'entrepreneur;
- la désignation du modèle de dispositif d'extrémité;
- le lieu de fabrication;
- la liste et le numéro des pièces (composants) avec des quantités;
- une déclaration indiquant soit que :
 - ♦ le dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide est, pour ce qui est des matériaux et de la conception, identique au produit homologué dans le cadre du programme d'homologation du Ministère,
 - ♦ les pièces du dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide sont, pour ce qui est des matériaux et de leur conception, identiques à celles du produit homologué dans le programme d'homologation du Ministère.

Chaque attestation de conformité doit être accompagnée de la plus récente version du dessin de montage et du manuel d'installation, d'inspection et d'entretien soumis dans le cadre du programme

d'homologation et spécifiques à chaque modèle de dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide homologué à être installé ou à être réparé. De plus, dans le cas de l'installation d'un dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide complet, l'attestation de conformité doit être accompagnée du certificat de conformité émis par le fabricant.

18.7.3 MISE EN ŒUVRE

Les dispositifs d'extrémité de glissière semi-rigide homologués doivent être installés ou réparés selon le manuel d'installation du fabricant du modèle concerné.

Lors de l'installation ou de la réparation des dispositifs d'extrémité munis d'une tête d'impact coulissante, l'axe longitudinal de cette dernière doit être aligné sur celui du profilé d'acier à double ondulation du dispositif.

Les poteaux du dispositif d'extrémité doivent être installés à la verticale lorsque la pente du profil longitudinal est égale ou supérieure à 2 %.

Aucune modification, utilisation de pièces usagées ou substitution de pièces d'un dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide homologué n'est permise.

L'entrepreneur doit fournir au surveillant, dans un délai de 24 h suivant l'installation ou la réparation, un avis écrit attestant que chaque dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide homologué a été installé ou réparé conformément au dessin de montage et au manuel d'installation du fabricant. Cet avis doit être signé par l'entrepreneur et doit contenir l'information suivante :

- la localisation du dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide;
- le modèle du dispositif;
- la date de réalisation des travaux;
- la liste des pièces d'origines remplacées lors de la réparation et leur numéro;
- la liste des vérifications réalisées lors de l'installation ou de la réparation;
- une déclaration indiquant que les pièces utilisées pour la réparation du dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide sont neuves et identiques à celles du produit homologué dans le programme d'homologation du Ministère.

18.7.4 MODE DE PAIEMENT

Les dispositifs d'extrémité de glissière semi-rigide homologués pour glissières semi-rigides latérales ou médianes avec profilé d'acier à double ondulation sont payés à l'unité. Le prix unitaire



18 | Éléments de sécurité

couvre notamment la fourniture du dispositif d'extrémité homologué, l'excavation de deuxième classe, le remblayage, le régalage, l'élimination des rebuts ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente.

Les dispositifs d'extrémité de glissière semi-rigide homologués pour glissières semi-rigides latérales ou médianes avec tube d'acier sont payés à l'unité. Le prix unitaire couvre notamment la fourniture du dispositif d'extrémité homologué, l'excavation de deuxième classe, le remblayage, le régalage, l'élimination des rebuts ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente.

Les pièces d'origine des dispositifs d'extrémité de glissière semi-rigide homologués pour glissières semi-rigides latérales ou médianes avec profilé d'acier à double ondulation ou avec tube d'acier destinées à la réparation sont payées à l'unité. Le prix unitaire couvre notamment la fourniture des pièces des dispositifs d'extrémité homologués, l'excavation de deuxième classe, le remblayage, le régalage, l'élimination des rebuts ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente.

18.8 ATTÉNUATEURS D'IMPACT

Cet article couvre les atténuateurs d'impact de type télescopique ou inertiel homologués.

18.8.1 MATÉRIAUX

Les barils inertiels doivent être remplis d'un matériau ayant les caractéristiques granulométriques d'un granulat pour abrasif conforme au tableau VI-1 de la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats » ou d'un granulat GF1 conforme au tableau 10 de la norme CSA A23.1 « Béton : Constituants et exécution des travaux » contenant au moins 5 % de chlorure de calcium. Ce mélange doit être homogène et la teneur en eau doit être inférieure à 5 %.

18.8.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

18.8.2.1 Homologation

Pour toute installation ou réparation des atténuateurs d'impact, l'entrepreneur doit utiliser des atténuateurs d'impact homologués par le Ministère ou des pièces d'origine neuves des atténuateurs d'impact à réparer.

18.8.2.2 Attestation de conformité

Pour chaque livraison ou avant l'installation d'un atténuateur d'impact homologué ou de pièces d'origine neuves d'un modèle donné, l'entrepreneur

doit fournir au surveillant une attestation de conformité délivrée par le fournisseur contenant l'information suivante :

- le nom du fabricant;
- le numéro du bon de commande de l'entrepreneur;
- la désignation du modèle d'atténuateur d'impact;
- le lieu de fabrication;
- la liste et le numéro des pièces (composants) avec des quantités;
- une déclaration indiquant que les matériaux et la conception de l'atténuateur d'impact sont conformes au produit homologué dans le cadre du programme d'homologation du Ministère.

Chaque attestation de conformité doit être accompagnée du dessin de montage et du manuel d'installation, d'inspection et d'entretien spécifiques à chaque modèle d'atténuateur d'impact homologué à installer ou à réparer.

18.8.3 MISE EN ŒUVRE

Une réunion préalable à l'installation d'un atténuateur d'impact fixe regroupant le représentant de l'entrepreneur et le Ministère doit être tenue à l'emplacement prévu pour l'installation de l'atténuateur d'impact homologué afin de valider l'alignement, la distance et la hauteur d'installation.

L'entrepreneur doit préparer le coussin granulaire ou la dalle de propreté selon les exigences du manuel d'installation. Lorsqu'un ancrage au sol est requis, il doit être conforme aux exigences du fabricant.

Les atténuateurs d'impact fixes homologués doivent être installés ou réparés conformément au manuel d'installation du fabricant du modèle concerné.

Les systèmes inertiels doivent être installés ou réparés (remplacement de composantes) conformément aux exigences des plans et devis utilisés pour la construction du système concerné.

L'installation ou la réparation des pièces de transition et de leurs raccordements doit être effectuée conformément au manuel d'installation du fabricant.

Aucune modification, utilisation de pièces usagées ou substitution de pièces d'origine d'un atténuateur d'impact fixe homologué n'est permise.

L'entrepreneur doit fournir au surveillant, dans un délai de 24 h suivant l'installation ou la réparation, un avis écrit attestant que chaque atténuateur d'impact homologué a été installé

18 | Éléments de sécurité

ou réparé conformément au dessin de montage et au manuel d'installation du fabricant ou aux exigences des plans et devis pour les systèmes inertiels. Cet avis doit être signé par l'entrepreneur et doit contenir l'information suivante :

- l'emplacement de l'atténuateur d'impact;
- le modèle;
- la date de réalisation des travaux;
- la liste de pièces d'origine remplacées lors de la réparation;
- la liste des vérifications réalisées lors de l'installation ou de la réparation.

18.8.4 MODE DE PAIEMENT

L'excavation, le remblayage et la préparation de la surface sont inclus dans le prix des ouvrages de la section « Terrassements ».

Lorsque requise, la dalle de béton est incluse dans le prix des atténuateurs d'impact fixes homologués.

Les atténuateurs d'impact fixes homologués sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, les pièces de transition et les pièces de raccordement à la glissière rigide en béton ou semi-rigide avec profilé à double ondulation, les ancrages au sol, les toiles ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente.

Les matériaux granulaires et le remplissage de barils inertiels sont inclus dans le prix de l'atténuateur d'impact fixe homologué.

Les pièces d'origine des atténuateurs d'impact fixes destinées à leur réparation sont payées à l'unité. Le prix unitaire couvre notamment la fourniture des pièces des atténuateurs d'impact fixes homologués, le régalaie, l'élimination des rebuts ainsi que la mise en œuvre. Il inclut également toute dépense incidente.

18.9 ENLÈVEMENT ET RÉCUPÉRATION DE GLISSIÈRES FLEXIBLES, DE GLISSIÈRES SEMI-RIGIDES, DE DISPOSITIFS D'EXTRÉMITÉ ET D'ATTÉNUATEURS D'IMPACT

18.9.1 MISE EN ŒUVRE

L'entrepreneur doit enlever les glissières flexibles, les glissières semi-rigides, les dispositifs d'extrémité de glissière semi-rigide et les atténuateurs d'impact. Il doit en outre récupérer les éléments en bon état et mettre au rebut les éléments irrécupérables en raison de leur état.

Toutefois, lorsque les éléments à être récupérés sont rendus inutilisables en raison de la négligence de l'entrepreneur, ce dernier doit les remplacer à ses frais par des matériaux neufs.

L'emploi du chalumeau pour couper les bouillons ou pour chauffer la pièce afin d'en faciliter le desserrage est interdit lorsqu'un élément est à récupérer. Les éléments récupérés doivent être livrés à l'entrepôt du centre de services du Ministère. L'entrepreneur doit prendre soin de récupérer distinctement tous les éléments des glissières semi-rigides de ceux des dispositifs d'extrémité de glissière semi-rigide.

L'entrepreneur doit se défaire des rebuts selon les exigences concernant les rebuts de terrassement. De plus, il doit remblayer les trous au moyen de matériaux granulaires conformes à la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », « Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement » pour un matériau granulaire pour sous-fondation, et ce, après la mise en œuvre des matériaux, puis les densifier par couches de 150 mm d'épaisseur.

18.9.2 MODE DE PAIEMENT

L'enlèvement et la récupération de glissières flexibles sont payés au mètre. Les glissières sont mesurées à partir du centre du premier poteau jusqu'au centre du dernier poteau suivant l'axe central de la glissière. Le prix couvre notamment la mise au rebut, y inclus le massif d'ancrage, la fourniture des matériaux, le transport, la manutention ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

L'enlèvement et la récupération de glissières semi-rigides sont payés au mètre. Les glissières sont mesurées à partir du centre du premier poteau jusqu'au centre du dernier poteau en suivant l'axe central de la glissière et en excluant la longueur du dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide. Le prix couvre notamment la mise au rebut, la fourniture des matériaux, le transport, la manutention ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

L'enlèvement et la récupération de dispositifs d'extrémité de glissière semi-rigide sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la mise au rebut, la fourniture des matériaux, le transport, la manutention ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

L'enlèvement et la récupération d'atténuateurs d'impact, en excluant la dalle d'ancrage, sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la mise au

18 | Éléments de sécurité

rebut, la fourniture des matériaux, le transport, la manutention ainsi que la mise en œuvre, et il inclut toute dépense incidente.

18.10 DÉMOLITION DE GLISSIÈRES RIGIDES ET DE DALLES

18.10.1 MISE EN ŒUVRE

La démolition de glissières rigides et de dalles d'ancrage doit être exécutée conformément aux exigences de la section « Terrassements » et elle est considérée comme déblai de deuxième classe.

18.10.2 MODE DE PAIEMENT

La démolition et la mise au rebut de glissières rigides et la démolition et la mise au rebut de dalles d'ancrage sont payées selon les modes de paiement propres aux rebuts de terrassement.

18.11 CLÔTURES ET BARRIÈRES

18.11.1 MATÉRIAUX

Les clôtures et les barrières ainsi que leurs composants doivent être conformes aux normes applicables du *Tome VII – Matériaux* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

18.11.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

18.11.2.1 Attestation de conformité

Pour chaque livraison de grillage ou de barrières, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant l'information suivante :

- le nom du fabricant;
- le numéro du lot de production;
- la fiche descriptive du matériau.

18.11.3 CONTRÔLE DE RÉCEPTION

Lorsqu'un contrôle de réception est effectué par le Ministère, le prélèvement des échantillons pour la clôture de ferme consiste en une section de 1 m de largeur sur la hauteur exigée et, pour la clôture grillagée à mailles, en une section de 0,25 m².

18.11.4 MISE EN ŒUVRE

Lorsque des clôtures transversales doivent être réinstallées, elles doivent être attachées à des poteaux adjacents à la nouvelle clôture et indépendants de celle-ci.

Si les plans et devis exigent la récupération des matériaux, l'entrepreneur doit les enlever sans les endommager et les livrer à l'entrepôt du centre de services du Ministère.

Le terrain sous la clôture doit être remblayé, déblayé, ou les deux, puis nivelé de façon à obtenir une ouverture sous la clôture inférieure ou égale à l'espacement spécifié au chapitre 8 « Clôtures et repères » du *Tome II – Construction routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère.

18.11.5 MODE DE PAIEMENT

La clôture est payée au mètre. Les barrières sont payées à l'unité.

Le prix de ces ouvrages couvre notamment la fourniture de tous les matériaux et accessoires, leur transport et leur mise en œuvre, l'enlèvement à l'intérieur de l'emprise des clôtures et barrières longitudinales qu'ils remplacent, la mise au rebut des matériaux, le déblaiement des matériaux de deuxième classe et l'enlèvement des broussailles ainsi que le remblayage et le nivellement requis sous la clôture et la réinstallation des clôtures transversales. Il inclut également toute dépense incidente. Le déblaiement des matériaux de première classe est payé à l'article « Déblai de première classe ».

L'enlèvement des clôtures et barrières non remplacées fait l'objet d'un ouvrage particulier au bordereau. Cet ouvrage est payé au mètre. Le prix couvre notamment les travaux de démolition, le transport ainsi que la mise au rebut des matériaux, et il inclut toute dépense incidente.

Si les plans et devis exigent la récupération des clôtures et barrières, l'enlèvement est payé au mètre. Le prix inclut le coût des précautions à prendre pour leur récupération et leur livraison à l'entrepôt du centre de services du Ministère.

19 | Aménagement paysager

19.1 PORTÉE DES TRAVAUX

Cette section couvre l'ensemble des travaux d'engazonnement et de plantation qui doivent assurer des fonctions techniques et esthétiques pour le confort et la sécurité des usagers ainsi que la mise en valeur du milieu.

19.2 MATÉRIAUX

Les matériaux pour l'aménagement paysager doivent être conformes à la norme 9101 du Ministère.

19.3 ENGAGONNEMENT

L'engazonnement consiste à stabiliser la surface du sol en place. L'engazonnement peut être réalisé avec ou sans terre végétale, de façon mécanique, hydraulique ou avec des plaques de gazon.

19.3.1 ASSURANCE DE LA QUALITÉ – ATTESTATION DE CONFORMITÉ

À l'exception de la terre végétale, l'entrepreneur doit fournir une attestation de conformité pour chacun des matériaux au moins 10 jours avant le début des travaux d'engazonnement.

19.3.1.1 Terre végétale

L'entrepreneur doit fournir une attestation de conformité dans les 20 jours suivant la mise en réserve de la terre végétale après les travaux de décapage des sols organiques ou 20 jours avant la livraison lorsque les quantités complémentaires sont prises en dehors de l'emprise, selon le cas.

L'attestation de conformité doit contenir l'information suivante :

- le nom et l'adresse du fournisseur ainsi que le site d'entreposage lorsque la terre végétale provient de l'extérieur des limites du contrat;
- le rapport de laboratoire signé par un chimiste, précisant le pourcentage de matières organiques, le pH, l'analyse chimique (phosphore, potassium, calcium et sodium assimilables, en ppm). Le laboratoire doit être un laboratoire d'analyse agricole accrédité par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Le prélèvement des échantillons et les essais sont effectués selon les exigences de la norme 9101 du Ministère. Le Ministère se réserve le droit d'assister à l'échantillonnage effectué par l'entrepreneur sur le site ou hors site;

- le rapport signé par un agronome indiquant les recommandations d'amendement et de fertilisation pour les travaux d'engazonnement.

19.3.1.2 Sol non revêtu de terre végétale

L'attestation de conformité doit contenir l'information suivante :

- le rapport de laboratoire signé par un chimiste, précisant le pourcentage de matières organiques, le pH et l'analyse chimique (phosphore et potassium assimilables, en ppm). Le prélèvement des échantillons et les essais sont effectués selon les exigences de la norme 9101 du Ministère. Le Ministère se réserve le droit d'assister à l'échantillonnage effectué par l'entrepreneur;
- le rapport signé par un agronome indiquant les recommandations d'amendement et de fertilisation pour les travaux d'engazonnement.

19.3.1.3 Compost

L'attestation de conformité doit contenir l'information suivante :

- le nom et l'adresse du fournisseur ainsi que le site d'entreposage;
- le rapport de laboratoire signé par un chimiste, précisant le type de compost «B», «A» ou «AA», les caractéristiques physiques, biologiques et chimiques, le pourcentage de matières organiques, le pH, la teneur en eau et le rapport C/N. Le prélèvement des échantillons et les essais sont effectués selon les exigences de la norme CAN/BNQ 0413-200 «Amendements organiques – Composts».

19.3.2 DOCUMENTS REQUIS PRÉALABLEMENT À LA LIVRAISON

L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 10 jours avant le début des travaux d'engazonnement, un document contenant l'information mentionnée pour les matériaux suivants :

19.3.2.1 Mélange à gazon et plaques de gazon

- le nom et l'adresse du fournisseur;
- la composition du mélange de semence;
- le pourcentage de germination;
- le degré de pureté du mélange.

19 | Aménagement paysager

19.3.2.2 Autres matériaux

- le nom commercial du matériau;
- le nom du fabricant;
- la fiche technique du matériau.

19.3.3 DOCUMENTS REQUIS AU MOMENT DE LA LIVRAISON

L'entrepreneur doit fournir au surveillant, pour chaque livraison de matériaux au chantier, un document contenant l'information mentionnée pour les matériaux suivants :

19.3.3.1 Plaques de gazon

Un récépissé de livraison indiquant :

- le nom du fournisseur;
- la composition du mélange à gazon;
- la date de prélèvement.

19.3.3.2 Autres matériaux

Une description sur les contenants, qui doit comprendre :

- le nom commercial du matériau;
- le nom du fabricant;
- le poids, la masse ou le volume;
- la composition du matériau ou son analyse chimique.

Si les matériaux sont livrés en vrac, le récépissé de livraison doit fournir les mêmes renseignements.

19.3.4 PRÉPARATION DE LA SURFACE À ENGAZONNER

L'entrepreneur doit, à la suite du réglage final, préparer et maintenir en bon état les surfaces à engazonner. Si, en raison des conditions météorologiques ou de la circulation, des bourrelets, des dépressions, des crevasses ou des sillons sont créés, l'entrepreneur doit restaurer les surfaces. Les dépressions ou crevasses trop grandes sont corrigées à l'aide des déblais des excavations ou de l'emprunt utilisé dans l'exécution des terrassements.

Lorsque cela est stipulé aux plans et devis, le sol de surface doit être ameubli et hersé jusqu'à une profondeur minimale de 100 mm.

19.3.5 POSE DE LA TERRE VÉGÉTALE

La terre végétale provient de l'emprise par récupération et mise en réserve, de dépôts du Ministère ou elle est fournie par l'entrepreneur en conformité avec les lois et règlements.

La terre végétale ne peut pas être mise en place avant que le surveillant ait transmis son autorisation à cet effet.

La terre végétale ne doit pas être épandue sur un sol gelé ou détrempé.

La masse volumique du sol après épandage ne doit pas excéder 1800 kg/m³.

La terre végétale doit être épandue une semaine au maximum avant l'exécution des travaux d'engazonnement.

L'épandage de terre végétale s'effectue uniformément en une couche de 100 mm d'épaisseur après tassement.

La terre végétale mise en place doit être tassée, mais non densifiée. La terre végétale qui a fait l'objet d'une mise en réserve doit être émiettée avant son épandage.

L'entrepreneur doit procéder, avant l'engazonnement, à l'enlèvement de toute pierre d'un diamètre de 50 mm et plus, à l'enlèvement des débris ligneux et des déchets ainsi qu'au nivellement du sol. Lorsque cela est stipulé aux plans et devis, l'entrepreneur doit procéder à l'ameublissement de la terre végétale en surface.

19.3.6 ENGAZONNEMENT PAR ENSEMENCEMENT MÉCANIQUE OU HYDRAULIQUE

19.3.6.1 Mélange à gazon

Le mélange à gazon utilisé pour l'ensemencement mécanique ou hydraulique est composé de :

- 50 % de fétuque rouge traçante (*Festuca rubra* L. var.);
- 30 % de pâturin du Kentucky (*Poa pratensis* L.);
- 10 % d'agrostide commune (*Agrostis capillaris* L.) ou 10 % d'agrostide blanche (*Agrostis gigantea* Roth.);
- 10 % d'ivraie vivace (*Lolium perenne*).

Aucune semence enrobée n'est acceptée dans le mélange.

Les semences de ce mélange à gazon doivent être de catégorie Canada n° 1.

19 | Aménagement paysager

19.3.6.2 Mise en œuvre

L'engazonnement par ensemencement mécanique ou hydraulique doit être fait selon les exigences du chapitre 9 « Engazonnement » du *Tome IV – Abords de route* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère. Le mélange à gazon doit être appliqué au taux de 250 kg/ha.

Il est interdit de réaliser tout ensemencement mécanique ou hydraulique lorsque la température est en dessous du point de congélation ou encore de le faire sur un sol gelé.

Lors de l'ensemencement hydraulique, les semences ne doivent pas séjourner dans l'eau plus de 2 heures avant l'épandage. Ce type d'ensemencement ne doit pas être réalisé sur des sols saturés en eau et il doit reposer à sec pendant une période de 24 à 48 heures, selon les recommandations du fabricant.

19.3.6.2.1 Période d'engazonnement

Les périodes d'exécution des travaux d'engazonnement par ensemencement se situent entre la fin du dégel et le 15 juin (période printanière) ainsi qu'entre le 1^{er} août et le 15 septembre (période automnale).

Si l'ensemencement est réalisé après le 15 septembre, l'entrepreneur doit prévoir des mesures de protection pour la période hivernale telles que des matelas de fibres végétales ou toute autre mesure nécessaire à la protection contre le gel ainsi qu'au maintien en place des semences jusqu'à leur germination et leur enracinement.

19.3.6.2.2 Calcul des quantités

L'entrepreneur doit remettre au surveillant, 5 jours avant d'entreprendre les travaux d'engazonnement, le calcul des quantités de matériaux devant servir à l'ensemencement, en unités de masse ou de volume, selon le cas. Dans le cas de l'utilisation de paille, la masse est calculée à partir d'une humidité inférieure à 15 %. Le calcul des quantités doit être fourni pour le volume de chaque hydroensemencement. L'entrepreneur doit transmettre la superficie qu'il projette de couvrir à chaque application.

19.3.6.2.3 Fertilisation

La formule de base de l'engrais doit respecter la proportion 1-3-1, fournissant un minimum de 25 kg/ha d'azote (N), 75 kg/ha de phosphore (P₂O₅) et 25 kg/ha de potassium (K₂O). Les recommandations du laboratoire ayant effectué l'analyse de sol priment les exigences précédentes.

L'entrepreneur doit exécuter 2 opérations de fertilisation : la première au moment de l'ensemencement et la seconde au moment de l'entretien.

L'épandage d'engrais pour les différents ensemencements doit être réalisé à l'extérieur de la rive et du littoral, comme ceux-ci sont définis dans la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (RLRQ, chapitre Q-2, r. 35).

19.3.6.3 Ensemencement mécanique (M1)

Ce type d'ensemencement exécuté mécaniquement à l'aide d'un matériel calibré comprend :

- l'épandage uniforme de l'engrais;
- l'épandage uniforme du sol avec le mélange à gazon. La semence doit être enfouie à une profondeur de 6 mm.

19.3.6.4 Ensemencement hydraulique (H1)

Ce type d'ensemencement exécuté à l'aide d'un semoir hydraulique comprend :

- l'épandage uniforme de l'engrais;
- l'épandage uniforme du mélange à gazon;
- l'addition d'eau;
- la protection uniforme du semis à l'aide d'un paillis de fibre de bois, de cellulose ou de paille. Le taux d'application est de 1400 kg/ha. Dans le cas du paillis de paille, l'entrepreneur doit ajouter 1700 l/ha de tourbe horticoles;
- l'imprégnation du paillis à l'aide d'un agent fixateur, selon le taux recommandé par le fabricant.

19.3.6.5 Ensemencement hydraulique sur un sol non revêtu de terre végétale (H2)

Ce type d'ensemencement exécuté sur un sol non revêtu de terre végétale à l'aide d'un semoir hydraulique et d'un matériel d'application de paillage comprend :

- l'épandage uniforme de l'engrais;
- l'épandage uniforme du mélange à gazon;
- l'addition d'eau;
- la protection uniforme du semis à l'aide d'un paillis de paille ou de foin, au taux de 6000 kg/ha;
- l'imprégnation du paillis à l'aide d'un agent fixateur, selon le taux recommandé par le fabricant.

19 | Aménagement paysager

19.3.6.6 Ensemencement hydraulique protégé par un matelas de fibres végétales (H3)

Ce type d'ensemencement exécuté à l'aide d'un semoir hydraulique comprend :

- l'épandage uniforme de l'engrais;
- l'épandage uniforme du mélange à gazon;
- l'addition d'eau;
- la protection uniforme du semis à l'aide d'un paillis. Le taux d'application est de 1400 kg/ha de fibre de bois ou de paille. Dans le cas du paillis de paille, l'entrepreneur doit ajouter 1700 l/ha de tourbe horticole;
- l'imprégnation du paillis à l'aide d'un agent fixateur, selon le taux recommandé par le fabricant;
- la pose du matelas de paille, de fibre de bois ou de coco.

Le matelas doit être déroulé de telle façon que le filet soit sur le dessus et que la fibre de bois ou la paille soit partout en contact avec le sol.

Le matelas doit être mis en place au plus tard 4 heures après l'ensemencement et fixé au sol à l'aide de crampons métalliques.

19.3.6.7 Ensemencement hydraulique protégé par des fibres matricielles liantes (H4)

Ce type d'ensemencement exécuté à l'aide d'un semoir hydraulique comprend :

- l'épandage uniforme de l'engrais;
- l'épandage uniforme du mélange à gazon;
- l'addition d'eau;
- la protection uniforme du semis à l'aide de fibres matricielles liantes. Le taux d'application minimal est de 4500 kg/ha ou un taux supérieur recommandé par le fabricant.

La première application du mélange contient les semences ainsi que 25 % du volume total des fibres matricielles liantes et doit être projetée sur toute la surface à engazonner. Le volume restant, équivalant à 75 % du volume total des fibres matricielles liantes, doit être appliqué en un aller-retour de telle façon que l'application lors du retour est réalisée sur un axe perpendiculaire à celui de l'aller, et ce, jusqu'à ce que la surface à engazonner soit couverte de façon uniforme. Ces étapes doivent être réalisées successivement sans délai entre elles.

19.3.7 ENGAZONNEMENT AU MOYEN DE PLAQUES DE GAZON

19.3.7.1 Mise en œuvre

Les plaques de gazon doivent être livrées dans un délai de 24 heures à compter du moment où elles ont été prélevées. Elles doivent être étendues dans un délai de 48 heures à compter du prélèvement.

Par temps sec, avant la pose des plaques de gazon, l'entrepreneur doit les protéger de façon à conserver leur vitalité en maintenant un taux d'humidité suffisant pour empêcher que la terre se détache pendant la manutention.

19.3.7.1.1 Période d'engazonnement

Les périodes d'exécution de travaux d'engazonnement au moyen de plaques de gazon se situent entre la fin du dégel et le 15 juin (période printanière), et entre le 15 août et le début du gel (période automnale).

Il est interdit d'engazonner lorsque la température est en dessous du point de congélation ou encore de le faire sur un sol gelé.

19.3.7.1.2 Plaques retenues par leur poids (P1)

Ce type d'engazonnement au moyen de plaques de gazon comprend :

- le tassement de la terre végétale à l'aide d'un rouleau à main d'un poids d'au moins 45 kg;
- l'épandage uniforme d'un engrais avant la pose de plaques de gazon, dont la formule de base respecte la proportion 1-3-1 fournissant un minimum de 25 kg/ha d'azote (N), de 75 kg/ha de phosphore (P_2O_5) et de 25 kg/ha de potassium (K_2O). Les recommandations comprises dans le rapport signé par un agronome priment les exigences précédentes;
- le déroulement de plaques de gazon sur la surface à couvrir;
- le tassement des plaques à l'aide d'un rouleau à main, immédiatement après leur pose, afin qu'elles adhèrent au sol sans laisser de vides;
- l'arrosage suffisant pour que l'eau pénètre et imbibe les plaques de gazon jusqu'au sol, immédiatement après la pose de plaques de gazon.

Les plaques doivent être posées en lignes perpendiculaires à la pente, à joints décalés et parfaitement juxtaposées.

L'entrepreneur doit exécuter 2 opérations de fertilisation : la première au moment de la pose des plaques de gazon et la seconde au moment de l'entretien.

19 | Aménagement paysager

19.3.7.1.3 Plaques retenues par des piquets (P2)

Ce type d'engazonnement au moyen de plaques de gazon comprend :

- l'épandage uniforme d'un engrais avant la pose de plaques de gazon, dont la formule de base respecte la proportion 1-3-1 fournissant un minimum de 25 kg/ha de phosphore (P_2O_5), de 25 kg/ha d'azote (N) et de 75 kg/ha de potassium (K_2O). Les recommandations comprises dans le rapport signé par un agronome priment les exigences précédentes;
- le déroulement de plaques de gazon sur la surface à couvrir;
- l'ancrage des plaques au sol à l'aide de 5 piquets par mètre carré de surface engazonnée;
- l'arrosage suffisant pour que l'eau pénètre et imbibe les plaques de gazon jusqu'au sol, immédiatement après la pose de plaques de gazon.

Les plaques doivent être posées en lignes perpendiculaires à la pente, à joints décalés et parfaitement juxtaposées.

Les piquets doivent être posés à la verticale.

L'entrepreneur doit exécuter 2 opérations de fertilisation : la première au moment de la pose des plaques de gazon et la seconde au moment de l'entretien.

19.3.8 PROTECTION ET ENTRETIEN DES SURFACES ENGAGONNÉES

L'entrepreneur doit effectuer la protection et l'entretien des surfaces engazonnées jusqu'à la réception des travaux d'engazonnement. Il doit aviser le surveillant 48 heures avant d'exécuter les travaux d'entretien.

Les travaux de protection et d'entretien comprennent :

- l'arrosage des surfaces engazonnées;
- la protection contre le passage des véhicules et des piétons au moyen d'affiches indicatrices ou de barrières;
- la fertilisation proposée selon les résultats d'analyse du sol;
- la restauration des surfaces endommagées par le vent, la pluie, les travaux ou toute autre cause;

- la reprise de l'engazonnement de chaque mètre carré de surface recouverte par moins de 75 % de pousse d'une hauteur de 150 mm après une croissance de 7 semaines ou plus au cours des périodes de croissance indiquées dans le tableau suivant :

Zone de rusticité	Période
2a et 2b	30 juin au 21 août
3a et 3b	15 juin au 30 août
4a et 4b	21 mai au 10 septembre
5a et 5b	10 mai au 21 septembre

- la destruction des plantes adventices lorsque leur proportion dépasse 10 % par mètre carré de surface engazonnée.

L'arrosage est exécuté à l'aide d'un distributeur approprié qui ne doit pas endommager les surfaces engazonnées. Il doit être uniforme et suffisamment abondant pour fournir un milieu de croissance propice.

L'application de l'engrais est réalisée entre le début du printemps et le 15 septembre, soit pendant la période végétative. Dans le cas des secteurs où la tonte est stipulée aux plans et devis, l'application est faite après la première tonte, tandis que pour les secteurs où la tonte n'est pas exigée, elle est faite après que le gazon a atteint un maximum de 150 mm de hauteur sur 75 % des surfaces engazonnées.

Lorsque cela est stipulé aux plans et devis, la tonte du gazon doit être exécutée. Le gazon est alors tondu à 75 mm de hauteur, si la pousse a atteint 150 mm de hauteur sur 75 % de chaque mètre carré de surface engazonnée.

19.3.9 RÉCEPTION DES TRAVAUX D'ENGAGONNEMENT

La réception des travaux d'engazonnement est effectuée après l'exécution des travaux de protection et d'entretien.

Dans le cas des travaux d'engazonnement où la tonte n'est pas exigée, la réception des travaux est effectuée lorsque la pousse a atteint au moins 150 mm de hauteur sur 75 % de chaque mètre carré de surface engazonnée et après la deuxième application d'engrais.



19 | Aménagement paysager

19.3.10 MODE DE PAIEMENT

19.3.10.1 Préparation de la surface à engazonner

Si les travaux d'engazonnement font partie du même contrat que les travaux de terrassement, la préparation de la surface à engazonner est incluse dans ces travaux et ne fait pas l'objet d'un article particulier au bordereau.

Si la préparation de la surface à engazonner fait l'objet d'un article particulier au bordereau, cet ouvrage est payé au mètre carré mesuré selon les pentes du terrain. Le prix couvre notamment la préparation de la surface, le maintien en bon état ainsi que la restauration, et il inclut toute dépense incidente. Toutefois, si la quantité de matériaux provenant des déblais et des excavations est insuffisante pour corriger les dépressions, crevasses ou sillons, l'emprunt du sol compactable utilisé à cette fin est payé selon le mode de paiement prévu pour les matériaux d'emprunt.

L'ameublissement du sol à engazonner est payé au mètre carré mesuré selon les pentes du terrain. Le prix couvre la mise en œuvre et il inclut toute dépense incidente.

19.3.10.2 Terre végétale

La terre végétale est payée au mètre carré mesuré selon les pentes du terrain. Le prix couvre notamment la fourniture du matériau, le chargement, le transport, l'épandage, le nivelage, l'épierrage, l'enlèvement des débris ligneux et des déchets ainsi que les amendements nécessaires pour rendre le matériau conforme, et il inclut toute dépense incidente.

Dans le cas où le matériau brut provient de l'emprise ou est fourni par le Ministère, le prix exclut le coût d'achat.

19.3.10.3 Engazonnement

L'engazonnement par ensemencement mécanique, par ensemencement hydraulique et au moyen de plaques de gazon est payé au mètre carré mesuré selon les pentes du terrain. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la mise en œuvre ainsi que la reprise de l'engazonnement des portions des surfaces recouvertes par moins de 75 % de pousse d'une hauteur de 150 mm, et il inclut toute dépense incidente.

19.3.10.4 Protection et entretien des surfaces engazonnées

La protection et l'entretien des surfaces engazonnées sont payés au prix fixé au bordereau par le Ministère. Si des frais supplémentaires sont

engagés par l'entrepreneur pour l'exécution de ces ouvrages, ils doivent être inclus dans le prix unitaire des ouvrages d'engazonnement.

Si la protection et l'entretien ne font pas l'objet d'un article particulier au bordereau, l'entrepreneur doit en inclure les coûts dans le prix unitaire des ouvrages d'engazonnement.

19.4 PLANTATION D'ARBRES, D'ARBUSTES, DE PLANTES GRIMPANTES ET DE VIVACES

Différentes techniques de plantation, de protection et d'entretien, associées à plusieurs matériaux d'aménagement paysager, sont utilisées pour la réalisation des travaux de plantation d'arbres, d'arbustes, de plantes grimpantes et de vivaces, ci-après désignés « plantes ».

19.4.1 COMMANDE DES PLANTES

L'entrepreneur doit fournir au surveillant, dans un délai de 45 jours suivant la signature du contrat, une confirmation de la commande des plantes au fournisseur.

La confirmation de la commande des plantes doit comprendre l'information suivante :

- le nom et l'adresse du fournisseur;
- le mois et l'année de livraison;
- pour chaque espèce de plantes : la quantité, la hauteur, le calibre, le nom scientifique et le type d'enracinement tel qu'il est défini dans la norme 9101 du Ministère.

19.4.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ – ATTESTATION DE CONFORMITÉ

19.4.2.1 Terreau

L'entrepreneur doit fournir au surveillant, au moins 20 jours avant la livraison pour le terreau fabriqué hors site, et au moins 10 jours avant les travaux de plantation pour le terreau fabriqué sur le site, une attestation de conformité contenant l'information suivante pour le terreau :

- le nom et l'adresse du fournisseur ainsi que le site d'entreposage;
- la composition du mélange;
- le rapport de laboratoire signé par un chimiste, précisant la granulométrie (classification agronomique), la matière organique, le pH, la capacité d'échange cationique, la conductivité électrique, le phosphore et le potassium. Le laboratoire doit être un laboratoire

19 | Aménagement paysager

d'analyse agricole accrédité par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Le prélèvement des échantillons et les essais sont effectués selon les exigences de la norme 9101 du Ministère.

Les résultats de laboratoire doivent avoir été produits il y a moins d'un an.

Pour tous les types de terreaux, fabriqués ou non sur le site, l'entrepreneur doit indiquer qu'il respecte les exigences du MELCCFP.

19.4.2.2 Paillis

L'entrepreneur doit fournir une attestation de conformité au moins 20 jours avant la livraison et un échantillon d'un volume d'environ 2l, représentatif du produit, au moins 10 jours avant la livraison.

L'attestation de conformité doit contenir l'information suivante :

- le nom et l'adresse du fournisseur ainsi que le site d'entreposage;
- le rapport de laboratoire indiquant le ratio C/N, pour le bois raméal fragmenté;
- les classes et le pourcentage des grosseurs de fragments.

19.4.3 DOCUMENTS REQUIS PRÉALABLEMENT À LA LIVRAISON

L'entrepreneur doit remettre au surveillant, au moins 10 jours avant le début des travaux de plantation, un document contenant l'information mentionnée ci-après pour tous les matériaux fournis :

- le nom commercial du matériau;
- le nom du fabricant;
- la fiche technique du matériau.

19.4.4 DOCUMENTS REQUIS AU MOMENT DE LA LIVRAISON

19.4.4.1 Plantes

L'entrepreneur doit fournir au surveillant, pour chaque livraison de matériaux au chantier, l'information suivante :

- le sceau apposé par le Ministère sur les arbres au moment de la vérification à la pépinière;
- une étiquette identifiant les plantes avec leur nom scientifique sur chaque arbre feuillu;
- une étiquette identifiant les plantes avec leur nom scientifique pour un minimum de 40 % de chaque lot d'arbustes feuillus, de plantes grimpantes et de conifères;

- une étiquette identifiant les plantes avec leur nom scientifique pour chaque plateau de multicellules;
- le bon de livraison : variété et quantités.

19.4.4.2 Autres matériaux

La description des matériaux livrés doit comprendre :

- le nom commercial du matériau;
- le nom du fabricant;
- lorsque cela est applicable, le poids, la masse ou le volume.

Si les matériaux sont livrés en vrac, le bon de livraison doit fournir les mêmes renseignements.

19.4.5 PÉRIODES DE PLANTATION

L'entrepreneur doit se conformer aux périodes de plantation suivantes :

- pour les plantes en motte ou en contenant : entre la fin du dégel et le 15 septembre;
- pour les plantes à racines nues : entre la fin du dégel et le début de leur débourrement.

L'entrepreneur ne doit pas effectuer la plantation dans un sol gelé ou saturé d'eau.

19.4.6 TRANSPORT ET MISE EN RÉSERVE

19.4.6.1 Plantes

En tout temps, les mottes et les racines doivent être maintenues humides.

Le transport doit s'effectuer dans un véhicule dont la benne est entièrement couverte de façon à protéger les végétaux contre le vent. Les branches des arbres doivent être attachées afin d'éviter les bris lorsqu'ils sont en motte et pour tous les types de contenants lorsque le transport s'effectue à l'horizontale. Les plantes sont transportées entre leur lieu de mise en réserve et leur fosse de plantation au plus 12 heures avant leur mise en terre.

Au moment de leur mise en réserve, les plantes doivent être protégées du soleil, du vent et du gel.

Les plantes à racines nues doivent être mises en jauge au moment de leur mise en réserve.

19.4.6.2 Terreau

Le terreau doit être mis en réserve en respectant les règles suivantes :

- les dépôts sont établis sur des surfaces préalablement nettoyées pour éviter la contamination, et leur hauteur ne doit pas excéder 1,5 m;
- les dépôts ne doivent pas être tassés (la circulation de matériel est interdite sur les dépôts qui doivent être maintenus à l'état meuble).

19 | Aménagement paysager

19.4.7 MISE EN ŒUVRE

Les matériaux ne peuvent pas être mis en place sans l'autorisation du surveillant.

L'entrepreneur doit aviser le surveillant au moins 48 heures avant d'exécuter les travaux.

19.4.7.1 Localisation

Avant le début du creusage des fosses, l'entrepreneur doit déterminer sur le terrain la localisation de chaque fosse individuelle et de chaque fosse commune, selon les stipulations des plans et devis. L'entrepreneur doit en informer le surveillant afin de valider la localisation.

19.4.7.2 Fosses de plantation

Le terreau doit être mis en place dans la fosse la journée même du creusage.

Si la plantation est exécutée plus de 7 jours après la mise en place du terreau, l'entrepreneur doit s'assurer de protéger le terreau de la contamination par des herbes indésirables. Cette protection doit être maintenue en bon état afin de conserver son efficacité jusqu'à la plantation.

19.4.7.3 Plantation

Lorsqu'on dépose la plante dans la fosse, son collet doit être au même niveau que le terrain fini. L'emballage, les attaches de corde et le fil métallique doivent être sectionnés et enlevés de la fosse sur le tiers supérieur de la motte. Dans le cas des plantes en contenant, l'entrepreneur doit retirer celui-ci avant sa mise en terre.

Le terreau doit être ajouté par couches successives de 150 mm soigneusement tassées.

La superficie de la cuvette, à l'exception du bourrelet, doit être de la même dimension que celle de la fosse de plantation.

19.4.7.4 Arrosage

Le premier arrosage doit être effectué dans l'heure suivant la mise en terre à l'aide de jets fins dirigés vers la surface de la fosse de plantation.

Pour les fosses individuelles, il doit être effectué en remplissant entièrement la cuvette, puis, après avoir laissé pénétrer l'eau complètement, en la remplissant à nouveau.

Pour les fosses communes, l'arrosage est fait d'une façon telle que le sol entourant les racines à chaque plante doit être imprégné d'eau. Une quantité de 5 l par arbuste et de 35 l par arbre, par arrosage, est requise.

Si le paillis recouvrant les surfaces de plantation a été déplacé durant l'opération, l'entrepreneur doit le remettre en place.

L'entrepreneur doit assurer un taux d'humidité suffisant à chaque plante afin de maintenir des conditions optimales de croissance jusqu'à la fin des travaux de plantation.

19.4.7.5 Tuteurage ou haubanage

L'entrepreneur doit étayer solidement les plantes au moyen d'un tuteur ou de haubans, tel qu'il est indiqué aux plans et devis.

Les accessoires servant au tuteurage ou au haubanage ne doivent pas endommager l'écorce, le tronc ou les branches ni empêcher la croissance des plantes.

Les tuteurs doivent être placés du côté des vents dominants.

Le lien qui sert à fixer la plante au tuteur doit être une sellette spécialement conçue à cette fin.

19.4.7.6 Taille

Au moment de la plantation, les branches mortes, brisées et interférentes doivent être enlevées et les problèmes de têtes multiples doivent être corrigés.

Pour les plantes à racines nues, les racines mortes ou endommagées doivent aussi être taillées.

19.4.7.7 Paillage

Toute la surface des fosses de plantation doit être recouverte d'un paillis sur une épaisseur de 100 mm, à l'exception du pourtour de la plante, qui doit demeurer dégagé.

19.4.7.8 Protection contre les rongeurs

L'entrepreneur doit protéger le tronc des arbres à feuilles caduques contre les rongeurs à l'aide d'une gaine grillagée.

19.4.7.9 Enlèvement des nuisances à la croissance des plantes

Au moment de la plantation, l'entrepreneur doit procéder à l'enlèvement de tous les éléments pouvant endommager la plante ou nuire à la croissance.

Lorsque le surveillant le permet, l'entrepreneur doit procéder à l'enlèvement des étiquettes et des sceaux identifiés au nom du Ministère ou du fournisseur.

19 | Aménagement paysager

19.4.8 PROTECTION ET ENTRETIEN DES PLANTES

Les travaux de protection et d'entretien commencent immédiatement après la réception avec réserve des travaux et se terminent 24 mois plus tard. Ces travaux ont pour but de maintenir les plantes en bon état de santé et de croissance.

L'entrepreneur doit aviser le surveillant au moins 48 heures avant d'exécuter les travaux. L'entrepreneur doit inspecter les plantes au printemps et à l'automne de chaque année pour la durée de l'entretien. Ce programme comprend notamment les constats d'inspection, les actions à entreprendre et les dates d'exécution, et il est remis au surveillant pour approbation avant le début de chacune des périodes d'entretien.

19.4.8.1 Élimination des herbes indésirables

L'entrepreneur doit arracher manuellement la partie aérienne et l'ensemble des racines des herbes indésirables qui poussent dans les fosses de plantation, y compris le bourrelet, avant qu'elles atteignent 200 mm de hauteur.

Si le paillis qui recouvre les surfaces de plantation a été déplacé durant l'opération, l'entrepreneur doit le remettre en place.

Ces travaux doivent être répétés aussi souvent que nécessaire.

19.4.8.2 Taille

L'entrepreneur doit tailler au printemps toutes les branches mortes ou brisées. Il doit également veiller à ne pas laisser sur les arbres les gourmands et les rejets de souche. De plus, il doit procéder à toutes les tailles nécessaires pour assurer le développement de la plante. Tous les travaux de taille doivent être conformes à la norme BNQ 0605-200 « Entretien arboricole et horticole – Partie II : Taille des arbustes et des jeunes arbres ».

Lorsque la taille des branches mortes ou brisées représente l'enlèvement de plus de 33 % de la cime, l'arbre doit être remplacé.

19.4.8.3 Fertilisation

Pendant la période d'entretien, une application d'engrais à libération lente doit être réalisée les 2 printemps suivant la plantation. L'utilisation d'un engrais granulaire sans libération lente est possible, mais la quantité doit être fractionnée en 2 applications.

Pour l'entretien des arbres, arbustes et plantes grimpantes, les engrais doivent être enfouis au moyen de 5 à 6 injections par plante effectuées sur le périmètre de la projection au sol de la couronne des plants. Pour les vivaces, le paillis doit être

déplacé entre chaque ligne de plantation de manière à exposer le sol pour y ajouter l'engrais. Pour les injections, il est important de prendre soin de ne pas enfouir de paillis dans le sol.

Les précisions sur les fertilisants à appliquer sont définies au tableau 19-1.

19.4.8.4 Arrosage

Pendant la période d'entretien, l'entrepreneur doit assurer un taux d'humidité suffisant à chaque plante afin de maintenir des conditions optimales de croissance. Il doit effectuer, pendant la première période de croissance, un minimum de 4 arrosages, en plus de ceux exigés au moment de la plantation.

L'arrosage doit être effectué à l'aide de jets fins dirigés vers la surface de la fosse de plantation. Cette opération doit s'effectuer en dehors des heures d'ensoleillement ardent, soit avant 11 h et après 14 h 30.

Pour l'ensemble des végétaux en fosse individuelle, l'arrosage s'effectue en remplissant entièrement la cuvette, puis, après avoir laissé pénétrer l'eau complètement, en la remplissant à nouveau.

Pour l'ensemble des végétaux en fosse commune, l'arrosage est fait d'une façon telle que le sol entourant les racines à chaque plante doit être imprégné d'eau. Une quantité de 5 l par arbuste et 35 l par arbre, par arrosage, est requise.

Si le paillis recouvrant les surfaces de plantation a été déplacé durant l'opération, l'entrepreneur doit le remettre en place.

19.4.8.5 Protection contre les insectes et les maladies

L'entrepreneur doit inspecter régulièrement les plantations de façon à détecter la présence d'insectes nuisibles ou de maladies. Lorsque des insectes et des maladies sont détectés, l'entrepreneur fait part au surveillant de son évaluation de l'infestation et de la nécessité d'agir pour la survie des végétaux. Si cela est requis, un plan de traitement est proposé au surveillant afin de protéger les végétaux. Le nom des produits utilisés et les fiches techniques des fabricants doivent être transmis au surveillant.

L'approbation du surveillant est nécessaire avant l'exécution des mesures de protection contre les insectes et les maladies.

L'épandage de pesticides est exécuté par une personne physique titulaire d'un certificat conforme à la réglementation sur les pesticides.

Aucun épandage de pesticide ne peut être exécuté sans qu'une preuve de ce certificat soit présentée au surveillant.



19 | Aménagement paysager

19.4.8.6 Maintenance des accessoires en bon état

L'entrepreneur doit veiller à ce que tous les accessoires soient maintenus en bon état afin de conserver leur efficacité. À la fin de la période d'entretien, l'entrepreneur doit enlever tous les accessoires.

19.4.8.7 Remplacement des plantes

Chaque printemps, l'entrepreneur doit remplacer à ses frais toutes les plantes mortes et celles ayant plus de 33 % de leurs tiges ou de leur cime mortes ou non vigoureuses, et ce, jusqu'à la réception des travaux. Les plantes de remplacement doivent être de même espèce, de même dimension et de même qualité que les plantes d'origine.

19.4.8.8 Paillis

L'entrepreneur doit maintenir l'épaisseur de paillis à 100 mm tout au long de la période d'entretien.

De plus, l'entrepreneur doit s'assurer que la surface au pourtour de la base de la plante demeure dégagée.

19.4.8.9 Protection hivernale

L'entrepreneur doit prendre toutes les mesures nécessaires pour protéger les végétaux contre les rigueurs de l'hiver.

19.4.8.10 Protection contre les rongeurs

L'entrepreneur doit protéger les conifères et les arbustes avec un répulsif à rongeurs chaque automne de la période d'entretien.

19.4.9 RÉCEPTION DES TRAVAUX DE PLANTATION

La réception des travaux de plantation est effectuée après l'exécution des travaux de protection et d'entretien.

19.4.10 MODE DE PAIEMENT

19.4.10.1 Plantation

Les plantes sont payées à l'unité dans chacune des catégories ou espèces. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la mise en œuvre et le remplacement des plantes, et inclut toute dépense incidente.

19.4.10.2 Protection et entretien

Les montants pour la protection et l'entretien des plantes sont fixés au bordereau par le Ministère. Si des frais supplémentaires sont requis, ils doivent être inclus dans le prix unitaire des ouvrages de la plantation.

Le montant ainsi prévu pour la protection et l'entretien des plantes est payé en 4 versements correspondant à des périodes de 6 mois à partir de la date de réception des travaux avec réserve. Le quatrième versement est payé à la suite de la réception des travaux.

Si la protection et l'entretien ne font pas l'objet d'un article au bordereau, l'entrepreneur doit inclure les coûts dans le prix unitaire des plantes.

19.5 PLANTATION DE JEUNES PLANTS EN MULTICELLULES

La plantation de jeunes plants en multicellules est une technique de plantation principalement utilisée pour la remise en végétation. Les végétaux utilisés sont des jeunes plants en multicellules ou de jeunes plants de fortes dimensions (PFD), tels qu'ils sont définis dans la norme 9101 du Ministère.

19.5.1 COMMANDE DES JEUNES PLANTS EN MULTICELLULES

L'entrepreneur doit fournir au surveillant, dans un délai de 45 jours après la signature du contrat, une confirmation de la commande des jeunes plants en multicellules contenant l'information suivante :

- le nom et l'adresse du fournisseur;
- pour chaque espèce : la quantité, le nom scientifique, la hauteur des plants et le volume des cellules.

19.5.2 DOCUMENTS REQUIS AU MOMENT DE LA LIVRAISON

Pour chaque livraison des jeunes plants en multicellules sur le chantier, l'entrepreneur doit fournir au surveillant :

- une étiquette identifiant les jeunes plants en multicellules avec leur nom scientifique;
- le bon de livraison : variété et quantités.

19.5.3 PÉRIODE DE PLANTATION

La période de plantation se situe entre la fin de la période de dégel et le 15 juin.

L'entrepreneur ne doit pas exécuter les travaux de plantation dans un sol gelé ou saturé d'eau.

19.5.4 TRANSPORT ET MISE EN RÉSERVE

Le transport doit s'effectuer dans un véhicule couvert, de façon à protéger les plants contre le vent. Les plantes sont transportées entre leur lieu de mise en réserve et le site de plantation au plus 12 heures avant leur mise en terre.

19 | Aménagement paysager

Au moment de leur mise en réserve, les jeunes plants doivent être protégés du soleil, du vent et du gel. Les mottes doivent être maintenues humides jusqu'à leur mise en terre.

19.5.5 MISE EN ŒUVRE

Les matériaux ne peuvent pas être mis en place avant que l'autorisation du surveillant ait été accordée.

L'entrepreneur doit aviser le surveillant au moins 48 heures avant d'exécuter les travaux.

19.5.5.1 Localisation

Avant le début de la plantation, l'entrepreneur doit déterminer sur le terrain la localisation de chaque regroupement de jeunes plants selon les stipulations des plans et devis. L'entrepreneur doit en informer le surveillant afin de valider la localisation.

19.5.5.2 Extraction

L'extraction des jeunes plants de leurs cellules doit être faite avec soin afin que leurs mottes demeurent entières.

19.5.5.3 Plantation

Les jeunes plants extraits doivent être mis en terre sans délai. L'entrepreneur dispose les jeunes plants en quinconce dans les massifs de plantation.

Les jeunes plants doivent être mis en terre verticalement et la motte doit être enfouie à 20 mm sous le niveau final du sol environnant. L'angle du jeune plant avec la verticale ne doit pas excéder 15°.

Le compactage autour du jeune plant doit être bien exécuté pour que celui-ci ne bouge pas lorsqu'une légère tension lui est appliquée.

19.5.6 ENTRETIEN

Les travaux d'entretien doivent commencer immédiatement après la réception avec réserve des travaux et se terminent 24 mois plus tard. Ces travaux consistent à remplacer chaque année les jeunes plants morts ou non vigoureux.

Le Ministère tolère une perte de 15 % des jeunes plants par espèce pour la période d'entretien. Les jeunes plants en multicellules de remplacement doivent être de même espèce, de même dimension et de même qualité que les jeunes plants d'origine.

L'entrepreneur doit fournir au Ministère un rapport annuel sur l'état de santé des jeunes plants, dans lequel il indique les pertes.

19.5.7 RÉCEPTION DES TRAVAUX DE PLANTATION

La réception des travaux de plantation de jeunes plants en multicellules est effectuée après l'exécution des travaux d'entretien.

19.5.8 MODE DE PAIEMENT

Les jeunes plants sont payés à l'unité dans chacune des catégories ou espèces. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, la mise en œuvre ainsi que l'entretien, et il inclut toute dépense incidente.

Tableau 19-1
Quantité d'engrais soluble à appliquer aux végétaux ligneux et aux plantes vivaces

		ENTRETIEN	
Type de plante	Hauteur de la plante	Période d'application	Formule au choix
Arbre, arbuste et grimpante Maximum 100 kg N/ha/an	Toute hauteur	Après la reprise : du 1 ^{er} mai au 15 mai	Engrais à libération lente rapport N-P-K 3-1-2 ou 2-1-2 Calcul sur la base de 100 kg N/ha
Vivace Maximum 100 kg N/ha/an	Toute hauteur	Après la reprise : du 1 ^{er} mai au 15 mai	Engrais à libération lente rapport N-P-K 1-1-1 ou 2-1-2 Calcul sur la base de 100 kg N/ha

20 | Protection de l'environnement

20.1 INSTALLATIONS DE CHANTIER

20.1.1 PORTÉE DES TRAVAUX

Cet article couvre les installations de chantier suivantes :

- locaux de chantier;
- dépendances;
- aires de stationnement;
- sites divers, dont ceux :
 - ♦ d'entretien, de maintenance, de nettoyage, de ravitaillement, et d'entreposage du matériel,
 - ♦ d'entreposage des matériaux et des matières dangereuses,
 - ♦ de concassage,
 - ♦ de conditionnement du béton,
 - ♦ de mise au rebut;
- chemins d'accès.

20.1.2 MISE EN ŒUVRE

Les installations de chantier doivent être localisées à une distance d'au moins 60m d'un milieu humide ou du littoral d'un milieu hydrique et à l'extérieur d'une zone inondable.

L'entrepreneur doit soumettre un plan qui présente la localisation des installations de chantier pour approbation par le surveillant.

Si du déboisement supplémentaire est nécessaire pour mettre en place ces installations, l'entrepreneur doit se limiter au minimum requis et obtenir l'approbation du surveillant avant de procéder.

Il est interdit de déverser, dans un milieu humide ou hydrique, tout contaminant, dont les suivants :

- des sédiments;
- des déchets;
- de l'huile;
- des produits chimiques.

L'entrepreneur doit gérer ces contaminants conformément à l'article « Rebut » de la section « Terrassements ».

20.2 MACHINERIE ET ÉQUIPEMENT DIVERS

20.2.1 PORTÉE DES TRAVAUX

Cet article couvre l'ensemble des travaux exécutés mobilisant de la machinerie, de l'équipement divers, de petits outillages ou tout autre matériel qui utilise un ou des produits dommageables pour l'environnement (produits pétroliers et autres matières dangereuses).

Cet article couvre également le nettoyage, le ravitaillement et l'entreposage de ce matériel.

20.2.2 MATÉRIEL

L'entrepreneur doit prévoir des trousse de récupération pour les produits pétroliers et les autres matières dangereuses. Ces trousse doivent comprendre, sans s'y limiter :

- des produits absorbants appropriés, notamment de la mousse de sphaigne, des absorbants granulaires, des boudins de confinement, des rouleaux, tampons ou coussins absorbants;
- des contenants de récupération, selon des tailles qui correspondent aux besoins potentiels liés aux produits pétroliers et aux autres matières dangereuses;
- des sacs de récupération;
- des accessoires connexes, notamment des gants, des lunettes de sécurité, des masques, une pelle, des étiquettes;
- tout autre élément essentiel pour :
 - ♦ parer aux déversements accidentels,
 - ♦ assurer la récupération et l'entreposage du matériel souillé,
 - ♦ gérer les sols et le matériel contaminés.

Le nombre de trousse de récupération doit être proportionnel à l'ampleur du chantier et aux risques inhérents. De plus, l'entrepreneur doit s'assurer qu'elles sont disponibles et facilement accessibles en tout temps, sur chacun des sites où des travaux sont en cours.

Si d'autres matières dangereuses sous forme liquide, au sens du Règlement sur les matières dangereuses (RLRQ, chapitre Q-2, r. 32), sont utilisées ou entreposées pour une utilisation ultérieure sur le chantier, l'entrepreneur doit également prévoir le matériel approprié, notamment des absorbants spécialisés et des neutralisants, pour



20 | Protection de l'environnement

recupérer efficacement ces matières. De plus, ces absorbants doivent être en quantité suffisante pour permettre d'intervenir rapidement afin de confiner les produits déversés.

L'entrepreneur doit prévoir des récipients étanches, identifiés et destinés à recevoir séparément :

- les produits pétroliers usés;
- les déchets générés par l'entretien et la maintenance du matériel.

L'entrepreneur doit s'assurer que les réservoirs d'hydrocarbures qu'il entend utiliser respectent le Code de construction du Québec, chapitre B-1.1, r.2.

20.2.3 MISE EN ŒUVRE

L'entrepreneur doit exécuter tous les travaux d'entretien, de maintenance, de nettoyage et de ravitaillement du matériel sur un site aménagé conformément à l'article « Installations de chantier ».

Le site de ravitaillement peut être dans un littoral exondé ou asséché, une rive, une zone inondable ou un milieu humide, pourvu que le matériel soit muni d'un système de captage permettant de recueillir les fuites et les déversements de fluides, ou d'un dispositif de prévention des déversements. Le choix de ce site et du système de captage doit être préalablement approuvé par le surveillant.

Aucun petit appareil fonctionnant aux hydrocarbures (p. ex. : génératrice, pompe), ni aucun réservoir ou récipient contenant des hydrocarbures ou d'autres matières dangereuses, ne doivent être laissés dans un littoral exondé ou asséché, une rive, une zone inondable ou un milieu humide, à moins d'être disposés dans un récipient imperméable (bac récupérateur ou enceinte confinée munie d'une toile étanche afin de contenir les fuites et les écoulements) avec un volume suffisant pour contenir tout déversement potentiel.

L'eau provenant des précipitations doit être retirée de tous les récipients et systèmes de captage après chaque épisode de précipitations. Si l'eau présente des indices de contamination (odeurs perceptibles ou coloration/iridescence visible), elle doit être gérée conformément à l'article « Rebut » de la section « Terrassements » et le surveillant doit être avisé.

Si l'entrepreneur prévoit l'installation de réservoirs d'hydrocarbures, leur mise en œuvre doit respecter le Code de construction du Québec, chapitre B-1.1, r. 2.

Tous les contaminants doivent être confinés en cas de déversement. Les produits pétroliers usés et les déchets d'entretien ou de maintenance doivent être gérés conformément à l'article « Rebut » de la section « Terrassements ».

Lorsqu'il est permis d'accéder à un milieu humide ou hydrique avec du matériel, les parties de celui-ci qui risquent d'être immergées doivent avoir été nettoyées au préalable.

Aucune fuite d'huile, de carburant ou de tout autre produit n'est tolérée sur le chantier. Dès qu'une fuite est constatée, le matériel qui est en cause doit être immédiatement retiré du chantier.

Pendant les heures de fermeture du chantier, il est interdit de laisser de la machinerie utilisant des hydrocarbures sur un batardeau, sur une jetée, à l'intérieur des excavations qui se situent au-dessous de la limite du littoral ou sur la rive d'un milieu hydrique.

À la suite de l'utilisation d'une partie ou de la totalité du contenu d'une trousse de récupération, l'entrepreneur doit prendre immédiatement les mesures nécessaires pour remplacer rapidement les éléments utilisés afin que la trousse demeure complète et prête à l'usage.

L'entrepreneur doit placer les absorbants contaminés dans des contenants étanches et les gérer conformément à l'article « Rebut » de la section « Terrassements ».

20.2.4 MODE DE PAIEMENT

Si les éléments de machineries et d'équipements divers ne font pas l'objet d'un article particulier au bordereau, l'entrepreneur doit en répartir les coûts dans les prix unitaires ou globaux des ouvrages correspondants.

20.3 PROTECTION DES MILIEUX HUMIDES ET HYDRIQUES

20.3.1 PORTÉE DES TRAVAUX

Cet article couvre l'ensemble des travaux qui doivent être exécutés dans un milieu humide ou dans un milieu hydrique.

20.3.2 MATÉRIEL

Toute pompe utilisée pour l'assèchement de l'enceinte créée par des batardeaux doit être munie d'une crêpe ou être entourée d'un grillage afin d'empêcher l'aspiration des poissons.

20 | Protection de l'environnement

20.3.3 MISE EN ŒUVRE

20.3.3.1 Ouvrages provisoires

L'entrepreneur doit, en fonction des caractéristiques des sols rencontrés, déterminer le type et le mode de construction des ouvrages provisoires de façon à minimiser leur impact sur les milieux humides et hydriques. L'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires pour assurer en tout temps la qualité de l'eau et son libre écoulement, selon son état de référence. Tout ouvrage provisoire doit être stabilisé afin d'éviter l'érosion. De plus, le libre passage du poisson doit être assuré en tout temps.

Au plus tard à la fin des travaux, tous les ouvrages provisoires doivent être démolis, les matériaux ayant servi à leur construction doivent être retirés et le site des travaux doit être remis dans son état naturel, tout en tenant compte des périodes de restriction pour protéger les poissons et la qualité de leurs habitats.

20.3.3.2 Accès temporaire à la rive

Les accès temporaires aménagés dans une rive doivent être localisés de manière à atténuer au maximum les impacts sur le sol et la couverture végétale. Ils doivent être clairement indiqués et balisés. Le surveillant doit être avisé préalablement à l'utilisation de chaque accès temporaire à la rive.

L'entrepreneur ne peut pas intervenir dans la rive ou sur le littoral d'un milieu hydrique à l'extérieur des aires de travaux prévues et autorisées.

Lors du démantèlement des accès temporaires, l'entreposage temporaire des matériaux doit être effectué sur le site aménagé et prévu à cet effet. L'entrepreneur doit remettre les lieux dans leur état naturel, et ce, dans les plus brefs délais.

20.3.3.3 Traverses temporaires d'un milieu hydrique

Les traverses temporaires permettant le franchissement d'un milieu hydrique (p. ex. : pont temporaire, ponceau temporaire et passage à gué) doivent respecter les exigences de l'article « Accès temporaire à la rive ». Seules les traverses temporaires ayant fait l'objet d'une approbation par le surveillant peuvent être aménagées et utilisées par l'entrepreneur.

20.3.3.4 Passage à gué

Il est interdit de travailler dans un milieu hydrique, d'y circuler ou de le franchir avec du matériel roulant. Dans le cas où l'entrepreneur ne peut pas éviter de le faire, il doit en informer le surveillant, s'assurer que les autorisations ont été obtenues et, le cas échéant, respecter les conditions suivantes :

- si le lit d'un milieu hydrique n'est pas constitué de roc, le passage à gué doit être construit de façon à éviter le plus possible l'augmentation de la turbidité naturelle de l'eau. La stabilisation du lit du milieu hydrique doit être réalisée au moyen de cailloux ou de gravier exempts de matières fines;
- la fréquence d'utilisation du passage à gué doit être réduite au strict minimum;
- le passage à gué doit être aménagé sur une largeur d'au plus 7 m;
- le sol doit être stabilisé à tous les endroits où il y a risque d'érosion;
- les parties du matériel roulant qui risquent d'être immergées lors du passage à gué doivent être préalablement nettoyées. L'eau de nettoyage ne doit pas être déversée dans le milieu hydrique;
- le passage à gué doit être bloqué de part et d'autre afin de décourager son utilisation par d'autres utilisateurs.

À la fin des travaux, tous les matériaux ayant servi à la construction du passage à gué doivent être retirés de manière à redonner au milieu hydrique le profil et les caractéristiques qu'il présentait avant le début des travaux. Ces travaux doivent être effectués de façon à limiter les risques d'apport en sédiments dans les milieux hydriques. L'enlèvement des matériaux doit être effectué de l'aval vers l'amont.

20.3.3.5 Surfaces de roulement temporaires

Les surfaces de roulement temporaires doivent être localisées de façon à atténuer les impacts sur les milieux humides et hydriques ainsi que sur le sol et la couverture végétale.

L'emplacement de chaque surface de roulement temporaire ainsi que les méthodes d'exécution doivent être déterminés de façon à minimiser les superficies perturbées, et doivent être préalablement approuvés par le surveillant. Lorsqu'aucune surface de roulement temporaire n'est aménagée, la machinerie doit circuler sur une structure temporaire ou un équipement

20 | Protection de l'environnement

permettant une meilleure répartition de la charge sur le sol afin d'éviter l'orniérage. Ceux-ci incluent, sans s'y limiter :

- les tapis de billes de bois;
- les matelas de bois;
- les plaques d'acier;
- les géogrilles.

20.3.3.6 Eaux de pompage

Les eaux provenant de l'assèchement des excavations et de l'enceinte créée par des batardeaux, ainsi que des résurgences à l'intérieur des zones exondées pour l'aménagement des ouvrages temporaires, doivent être dirigées vers un dispositif de décantation des sédiments ou dans une zone de végétation à plus de 30 m de la limite du littoral.

Si ces eaux ne contiennent pas de matières en suspension au-delà de la charge sédimentaire naturelle apparente, ni de matières visibles à l'œil nu lorsqu'elles sont comparées à l'eau du milieu hydrique, elles peuvent être rejetées directement dans une zone stable qui résiste à l'érosion.

Tout filtre naturel doit être aménagé selon les exigences suivantes :

- il doit être situé dans un champ de graminées (herbes) ou sur une litière forestière;
- la sortie d'eau de la pompe doit être déplacée régulièrement pour bien répartir les dépôts sédimentaires, de manière à éviter de détruire la végétation et à favoriser l'infiltration des eaux dans le sol;
- le sol doit être stabilisé au préalable afin de prévenir l'érosion.

Les eaux qui retournent au cours d'eau ne doivent pas contenir de matières en suspension au-delà de la charge sédimentaire naturelle apparente, ni de matières visibles à l'œil nu. Si le couvert végétal n'est pas efficace, des mesures d'atténuation complémentaires (p. ex. : une poche de décantation) doivent être ajoutées.

20.3.4 MODE DE PAIEMENT

Si certains éléments de protection des milieux humides et hydriques ne font pas l'objet d'un article particulier au bordereau, l'entrepreneur doit en répartir les coûts dans les prix unitaires ou globaux des ouvrages correspondants.

20.3.4.1 Ouvrages provisoires

Les ouvrages provisoires sont payés à l'unité. Le prix couvre notamment la main-d'œuvre, la fourniture du matériel et des matériaux, les travaux

de mise en œuvre, l'entretien, le nettoyage, le démantèlement et la remise du site en état naturel ainsi que toute dépense incidente.

20.4 PRÉVENTION DE L'ÉROSION ET CONTRÔLE DES SÉDIMENTS

20.4.1 PORTÉE DES TRAVAUX

Cet article couvre l'ensemble des travaux ayant comme conséquence de laisser un sol non consolidé à nu, ce qui comprend, sans s'y limiter :

- les déblais;
- les sols perturbés ou remaniés;
- les matériaux en réserve.

20.4.2 MISE EN ŒUVRE

Les travaux doivent être accompagnés de mesures qui permettent d'éviter l'apport de sédiments dans les milieux humides et hydriques.

Au fur et à mesure de l'avancement des travaux, tous les endroits remaniés doivent être stabilisés de façon permanente. Si un délai est nécessaire avant cette stabilisation, les mesures temporaires de prévention de l'érosion et contrôle des sédiments doivent demeurer en place jusqu'à ce que le surveillant autorise leur démantèlement. L'entrepreneur doit remettre les lieux dans leur état naturel dans les plus brefs délais.

Lors de la suspension des travaux pour une période prolongée (notamment en saison hivernale), tout talus n'ayant pas un couvert végétal qui stabilise les sols doit faire l'objet de mesures complémentaires de stabilisation temporaires.

Le choix des méthodes de prévention de l'érosion et de contrôle des sédiments doit être adapté aux différentes situations rencontrées pendant les travaux. L'entrepreneur doit se référer aux méthodes présentées à la section « Prévention de l'érosion et contrôle des sédiments » du chapitre 9 « Protection de l'environnement durant les travaux » du *Tome II – Construction routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère. Avec l'autorisation du surveillant, l'entrepreneur peut aussi utiliser toute autre méthode permettant l'atteinte des objectifs de prévention de l'érosion et de contrôle des sédiments.

L'entrepreneur doit assurer l'entretien ainsi que le maintien en bon état de tous les ouvrages de prévention de l'érosion et de contrôle des sédiments afin qu'ils soient efficaces en tout temps. Lorsqu'un événement imprévu et hors de son contrôle survient et occasionne l'émission de sédiments dans un



20 | Protection de l'environnement

milieu humide ou hydrique, l'entrepreneur doit, sans délai, mettre en place des mesures de contrôle des sédiments disponibles sur le chantier.

20.4.2.1 Prévention de l'érosion

20.4.2.1.1 Protection des surfaces exposées

Pour stabiliser les talus vulnérables à l'érosion et susceptibles de produire des sédiments, l'entrepreneur doit choisir une ou plusieurs de ces méthodes, sans s'y limiter :

- le paillage;
- l'ensemencement ou l'engazonnement;
- le matelas anti-érosion;
- la membrane ou la bâche;
- le revêtement temporaire de protection en pierre.

Si du ravinement est détecté sur les surfaces stabilisées, l'entrepreneur doit mettre en place des mesures supplémentaires dès la constatation des dommages, dans les plus brefs délais.

Tout amoncellement temporaire de matériaux non consolidés, tels que des matériaux granulaires, localisé à moins de 30 m d'un milieu humide ou de la limite du littoral d'un milieu hydrique doit être protégé à l'aide d'une mesure de protection des surfaces exposées afin d'éviter le transport de sédiments vers ces milieux.

20.4.2.1.2 Contrôle des eaux de ruissellement

a) Bermes de dissipation d'énergie

La berme de dissipation d'énergie est utilisée pour ralentir la vitesse de l'eau et limiter l'érosion. Elle est constituée de pierres de calibre déterminé selon les vitesses d'écoulement des eaux. Une tranchée d'au moins 150 mm de profondeur doit être excavée, dans laquelle sont disposés un géotextile et de l'enrochement.

b) Déviation des eaux de ruissellement

Les éléments suivants doivent être aménagés et stabilisés avant le début des travaux de terrassement :

- les fosses;
- les fossés de déviation ou de crête;
- les fossés existants bordant les limites du chantier;
- les dispositifs temporaires réalisés pour dévier les eaux provenant de l'extérieur du chantier.

20.4.2.2 Contrôle des sédiments

20.4.2.2.1 Barrières à sédiments

Pour retenir les sédiments sur le chantier et empêcher leur transport vers les milieux humides et hydriques, l'entrepreneur doit utiliser une ou des barrières à sédiments parmi les suivantes, sans s'y limiter :

- le filtre en ballot de paille;
- la barrière à sédiments munie d'un géotextile;
- le boudin de rétention sédimentaire.

La base des barrières à sédiments doit être installée et enfouie conformément aux dessins normalisés du chapitre 9 « Protection de l'environnement durant les travaux » du *Tome II – Construction routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère. Les barrières doivent être entretenues de façon périodique en enlevant les sédiments qui s'accumulent sur leur face amont.

La mise en place de ces dispositifs en travers d'un écoulement concentré est interdite.

Les barrières à sédiments doivent être enlevées et récupérées lorsque les surfaces décapées sont stabilisées de façon permanente.

Lors de l'enlèvement des barrières, les zones d'accumulation de sédiments doivent être nettoyées et également stabilisées de façon permanente.

20.4.2.2.2 Rideau de turbidité

Les rideaux de turbidité ne doivent pas être installés en travers des cours d'eau, dans des zones d'eau vive, ou lorsque la profondeur ne permet pas le déploiement du rideau. De plus, ils ne doivent pas être utilisés sur les rives rocheuses en raison des risques de déchirure, ou lorsque les conditions hydriques ne sont pas propices.

20.4.2.2.3 Dispositifs de décantation des sédiments

a) Trappes à sédiments avec berme

Les trappes à sédiments ainsi que les bermes, filtrantes ou étanches, doivent être installées dans un fossé routier, un fossé drainant une aire de travail ou un fossé de déviation. La mise en place de trappes à sédiments et de bermes en travers d'un cours d'eau est interdite.

La trappe à sédiments doit être nettoyée lorsqu'elle est remplie à 50 %. De plus, un nettoyage doit être réalisé lors d'une suspension des travaux. Un nettoyage préventif doit également être réalisé lors d'une alerte météorologique annonçant de fortes pluies.

20 | Protection de l'environnement

Les bermes filtrantes et les trappes à sédiments doivent être démantelées à la fin des travaux, et la superficie qu'elles occupaient doit être réaménagée.

Au moment de l'exécution de travaux dans les forêts du domaine de l'État, les trappes à sédiments doivent être situées à une distance d'au moins 20 m d'un milieu humide et de la limite du littoral d'un milieu hydrique.

b) Poche de décantation à sédiments

L'entrepreneur doit s'assurer que la taille et l'ouverture de filtration du géotextile de la poche permettent de maintenir le niveau de turbidité naturelle du milieu récepteur.

c) Bassin de sédimentation

Chaque bassin de sédimentation doit être conçu en fonction du volume d'eau maximal estimé. La capacité volumétrique peut être répartie entre différents ouvrages (bassin, conteneur, sac de décantation, etc.). Toutefois, tous ces ouvrages doivent être localisés à l'intérieur de la limite des travaux.

Les bassins de sédimentation doivent être nettoyés lorsqu'ils sont remplis à 50 % de leur capacité. Les sédiments retirés doivent être disposés hors des milieux humides et hydriques. De plus, un nettoyage doit être réalisé avant la suspension des travaux. Un nettoyage préventif doit également être réalisé lors d'une alerte météorologique annonçant de fortes pluies.

20.4.3 MODE DE PAIEMENT

Si les dispositifs de décantation des sédiments ne font pas l'objet d'un article particulier au bordereau, l'entrepreneur doit en répartir les coûts dans les prix unitaires ou globaux des ouvrages correspondants.

20.4.3.1 Protection des surfaces exposées

La protection des surfaces exposées est payée au mètre carré selon la surface réelle recouverte, sans addition pour les chevauchements. Le prix couvre notamment la main-d'œuvre, le matériel, les matériaux, la mise en œuvre, l'entretien, le démantèlement et la remise à l'état naturel du site ainsi que toute dépense incidente.

20.4.3.2 Bermes de dissipation d'énergie

La berme de dissipation d'énergie est payée à l'unité. Le prix couvre notamment la main-d'œuvre, le matériel, les matériaux, la mise en œuvre, l'entretien, le démantèlement et la remise à l'état naturel du site, ainsi que toute dépense incidente.

20.4.3.3 Déviation des eaux de ruissellement

La réalisation des ouvrages permettant de dévier les eaux provenant de l'extérieur du chantier est payée au mètre cube. Le prix couvre notamment la main-d'œuvre, la fourniture du matériel et des matériaux, les travaux de mise en œuvre, l'entretien, le démantèlement et la remise à l'état naturel du site ainsi que toute dépense incidente.

20.4.3.4 Barrières à sédiments

La barrière à sédiments temporaire est payée au mètre linéaire. Le prix couvre notamment la main-d'œuvre, la fourniture du matériel et des matériaux, les travaux de mise en œuvre, l'entretien, le nettoyage, le démantèlement et la remise à l'état naturel du site ainsi que toute dépense incidente.

20.4.3.5 Rideau de turbidité

Le rideau de turbidité est payé au mètre linéaire. Le prix couvre notamment la main-d'œuvre, la fourniture du matériel et des matériaux, les travaux de mise en œuvre, les inspections et l'entretien, le délai de décantation avant le démantèlement et le démantèlement, la remise à l'état naturel du site ainsi que toute dépense incidente.

20.4.3.6 Trappes à sédiments avec berme

La trappe à sédiments et la berme sont payées à l'unité. Le prix couvre notamment la fourniture des matériaux, les travaux d'installation, d'entretien, de nettoyage et de démantèlement ainsi que toute dépense incidente.

20.4.3.7 Poche de décantation à sédiments

La poche de décantation des sédiments est payée à l'unité. Le prix comprend la fourniture des matériaux, les travaux de mise en œuvre, les inspections et l'entretien, le démantèlement, la remise à l'état naturel du site ainsi que toute dépense incidente.

20.4.3.8 Bassin de sédimentation

Le bassin de sédimentation temporaire est payé à l'unité. Le prix couvre notamment la main-d'œuvre, la fourniture du matériel et des matériaux, les travaux de mise en œuvre, l'entretien, le nettoyage, le démantèlement et la remise à l'état naturel du site ainsi que toute dépense incidente.



PARTIE 3

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

RF| Liste des documents de référence et des cours de formation

Les documents de référence et les cours énumérés ci-après peuvent être obtenus aux endroits suivants :

Collection Normes – Ouvrages routiers Tomes I à VIII	Les Publications du Québec Québec (Québec) Tél. : 1 800 463-2100 www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca
<i>Gréage et levage : guide de sécurité</i>	
<i>Recueil des méthodes d'essai LC</i>	
<i>Taux de location de machinerie lourde avec opérateur et équipements divers</i>	
Avis techniques	Ministère des Transports et de la Mobilité durable Direction générale des structures 800, place D'Youville, 6 ^e étage Québec (Québec) G1R 3P4 Tél. : 418 643-0800, poste 24382 www.transports.gouv.qc.ca
Programmes d'homologation et liste des produits homologués	Ministère des Transports et de la Mobilité durable Direction de la qualification des produits, de l'approvisionnement et des opérations contractuelles centralisées 700, boulevard René-Lévesque Est, 2 ^e étage Québec (Québec) G1R 5H1 Tél. : 418 528-0628, poste 23435 Courriel : guichetunique@transports.gouv.qc.ca www.transports.gouv.qc.ca
<i>Recueil des tarifs de camionnage en vrac</i> du Ministère	Ministère des Transports et de la Mobilité durable Direction des politiques économiques 700, boulevard René-Lévesque Est, 15 ^e étage Québec (Québec) G1R 5H1 Tél. : 418 644-4719, poste 22986 www.transports.gouv.qc.ca
Normes AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials Washington, DC Tél. : 202 624-5800 www.transportation.org
Normes CSA	Groupe CSA 865, avenue Ellingham Pointe-Claire (Québec) H9R 5E8 Tél. : 1 800 463-6727 www.csagroup.org
Normes AFNOR	Groupe AFNOR La Plaine Saint-Denis Cedex, France Tél. : 01 41 62 80 00 www.afnor.org
Normes ANSI	American National Standards Institute New York, NY Tél. : 212 642-4900 www.ansi.org
Normes ASME	American Society of Mechanical Engineers Little Falls, NJ Tél. : 800 843-2763 www.asme.org
Normes ASTM	American Society for Testing and Materials West Conshohocken, PA Tél. : 1 877 909-2786 www.astm.org

RF

RF| Liste des documents de référence et des cours de formation

Normes AWS	American Welding Society Miami, FL Tél. : 800 443-9353 www.aws.org
Normes AWWA	American Water Works Association Denver, CO Tél. : 800 926-7337 www.awwa.org
Normes ISO	Conseil canadien des normes Ottawa (Ontario) Tél. : 613 238-3222 www.ccn-scc.ca
Normes BNQ	Bureau de normalisation du Québec Québec et Montréal Tél. : 1 844 474-6367 www.bnq.qc.ca
Normes ONGC (CGSB)	Office des normes générales du Canada Gatineau (Québec) Tél. : 1 800 665-2472 www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/ongc-cgsb/index-fra.html
Normes SM	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Tél. : 1 800 926-7337 https://www.standardmethods.org
Normes AMPP	Association for Materials Protection and Performance Pittsburgh, PA Tél. : 1 800 797-6223 www.amp.org
Normes ULC	Laboratoires des assureurs du Canada (ULC) Saint-Laurent (Québec) Tél. : 514 363-5941 http://canada.ul.com
Méthodes d'analyses	Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec 2700, rue Einstein, bureau E-2-220 Québec (Québec) G1P 3W8 Tél. : 418 643-1301 Courriel : ceaeq@environnement.gouv.qc.ca www.ceaeq.gouv.qc.ca
Cours de formation en signalisation	Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur de la construction (ASP) Anjou (Québec) Tél. : 1 800 361-2061 www.asp-construction.org
Cours de formation en signalisation	Association québécoise des transports (AQTr) Montréal (Québec) Tél. : 514 523-6444 www.aqtr.com

RF

NM| Liste des normes du Ministère

Tome VII – Matériaux
(Collection Normes – Ouvrages routiers du ministère des Transports et de la Mobilité durable)

Numéro	Datée du	Titre
Chapitre 1 «Classification des sols»		
1101	2024-12-15	Classification des sols
Chapitre 2 «Granulats»		
2101	2023-12-15	Granulats
2104	2019-12-15	Matériaux filtrants
Chapitre 3 «Béton et produits connexes»		
3101	2024-12-15	Bétons de masse volumique normale
3105	2024-12-15	Béton fibré à ultra-hautes performances (BFUP)
3402	2009-12-15	Pavés
3403	2023-12-15	Blocs remblais
3501	2015-12-15	Matériaux de cure
3601	2015-12-15	Imperméabilisants à béton
3701	2024-12-15	Membrane d'étanchéité
3703	2024-12-15	Système liquide polymérique
3801	2016-12-15	Mortiers cimentaires en sacs
3901	2019-12-15	Coulis cimentaires
31001	2016-12-15	Doublure de coffrage
31101	2015-12-15	Enduits de surface pour béton
Chapitre 4 «Liants et enrobés»		
4101	2024-12-15	Bitumes
4104	2015-12-15	Bitumes fluidifiés
4105	2021-12-15	Émulsions de bitume
4201	2007-12-15	Enrobés à chaud formulés selon le principe de la méthode Marshall
4202	2024-12-15	Enrobés à chaud formulés selon la méthode de formulation du Laboratoire des chaussées
4203	2024-12-15	Centrales d'enrobage
4301	2019-12-15	Traitement de surface
4401	2019-12-15	Produits de colmatage de fissures et de joints
4501	2014-12-15	Enrobés pour rapiéçage à froid
Chapitre 5 «Armature»		
5101	2022-12-15	Armature pour les ouvrages en béton
5201	2015-12-15	Armature de précontrainte

NM



NM | Liste des normes du Ministère

Numéro	Datée du	Titre
Chapitre 6 «Pièces métalliques»		
6101	2023-12-15	Aciers de construction
6201	2021-12-15	Boulons, tiges d'ancrage, écrous et rondelles en acier
6301	2018-12-15	Éléments de glissement, pièces d'extrémité et accessoires en acier galvanisé pour glissières de sécurité
6401	2012-12-15	Aluminium
6501	2008-12-15	Gabions
6601	2015-12-15	Clôtures métalliques
Chapitre 7 «Tuyaux et accessoires»		
7101	2019-12-15	Tuyaux en tôle ondulée ou nervurée et en tôle forte ondulée
7202	2014-12-15	Cadres, grilles, tampons, cales de rehaussement et trappes de puisard
Chapitre 8 «Matériaux électriques»		
8107	2019-12-15	Conduits, boîtes et raccords
8201	2015-12-15	Fils et câbles électriques
8202	2015-12-15	Câbles de distribution et de contrôle pour signaux lumineux
8203	2015-12-15	Câbles d'amenée blindés pour signaux lumineux
8301	2023-06-15	Luminaires profilés pour l'éclairage routier
8302	2023-12-15	Luminaires pour montage en surface
8304	2023-12-15	Luminaires ronds pour tour d'éclairage
8403	2015-12-15	Modules à diodes électroluminescentes pour signaux lumineux
8501	2013-12-15	Relais de charge à trois circuits
8502	2013-12-15	Relais pour clignotants
8503	2013-12-15	Relais de transfert
8504	2013-12-15	Détecteurs de véhicules enfichables à 2 et 4 canaux
8505	2016-12-15	Contrôleur de feux de circulation et moniteur de conflit
8508	2016-12-15	Boucles de détection préfabriquées
8509	2016-12-15	Détecteurs lumineux pour piétons
8511	2015-12-15	Module enfichable de synchronisation par satellite pour feux de circulation
8601	2016-12-15	Têtes horizontales pour signaux lumineux
8602	2016-12-15	Têtes verticales pour signaux lumineux
8603	2016-12-15	Têtes de feux pour piétons à décompte numérique
8700	2016-12-15	Boîtier des coffrets
8701	2016-12-15	Coffrets de branchement et de distribution pour l'éclairage routier
8702	2016-12-15	Coffrets de branchement
8703	2016-12-15	Coffrets de distribution et de contrôle pour feux de circulation
8704	2016-12-15	Coffrets de distribution pour feux clignotants simple intensité
8801	2016-12-15	Panneaux à messages variables à usage permanent

NM| Liste des normes du Ministère

Numéro	Datée du	Titre
Chapitre 9 « Matériaux pour l'aménagement paysager »		
9101	2021-12-15	Matériaux pour l'aménagement paysager
Chapitre 10 « Peintures et produits de marquage »		
10104	2021-12-15	Systèmes de peintures pour structures d'acier
10201	2023-12-15	Peinture alkyde pour le marquage des routes
10202	2023-12-15	Produits de marquage de moyenne durée
10203	2023-12-15	Produits de marquage de longue durée
10204	2024-12-15	Peintures à base d'eau pour le marquage des routes
10205	2024-12-15	Peinture alkyde à basse teneur en composés organiques volatils (COV) pour le marquage des routes
Chapitre 11 « Bois »		
11101	2018-12-15	Bois
Chapitre 12 « Sels de déglacage »		
12101	2011-12-15	Chlorure de sodium
12102	2012-12-15	Chlorure de calcium
Chapitre 13 « Géosynthétiques »		
13101	2024-12-15	Géotextiles
13201	2017-12-15	Géomembranes et géocomposites bentonitiques
Chapitre 14 « Matériaux divers »		
14101	2010-12-15	Pellicules rétro réfléchissantes
14201	2024-12-15	Bordures et musoirs de granit
14301	2021-12-15	Polystyrène pour construction routière
14401	2020-12-15	Abrasifs
14501	2018-12-15	Enrochement et revêtement en pierres
14601	2017-12-15	Microbilles de verre pour peinture servant au marquage des routes
Chapitre 15 « Polymères renforcés de fibres »		
15101	2023-12-15	Barres en polymère renforcé de fibres de verre (PRFV)

ME| Liste des méthodes d'essai du Ministère

Recueil des méthodes d'essai – LABORATOIRE DES CHAUSSÉES

Numéro	Datée du	Titre
Section 1 : Secteur – Granulats		
LC 21-010	2021-12-15	Échantillonnage
LC 21-015	2012-12-15	Réduction des échantillons pour essais en laboratoire
LC 21-040	2023-12-15	Analyse granulométrique
LC 21-060	2023-12-15	Détermination de la masse volumique et du pourcentage des vides
LC 21-065	2024-12-15	Détermination de la densité et de l'absorption d'un granulat fin
LC 21-066	2023-12-15	Détermination de la densité et de l'absorption d'un granulat fin de classe granulaire d/D
LC 21-067	2023-12-15	Détermination de la densité et de l'absorption du gros granulat
LC 21-070	2021-12-15	Détermination du pourcentage d'usure par attrition du gros granulat au moyen de l'appareil Micro-Deval
LC 21-075	2022-12-15	Détermination du coefficient d'écoulement des granulats fins
LC 21-080	2020-12-15	Détermination du pourcentage de friabilité des granulats fins
LC 21-100	2021-12-15	Détermination du pourcentage de particules fracturées du gros granulat
LC 21-101	2024-12-15	Détermination du pourcentage d'usure par attrition du granulat fin au moyen de l'appareil Micro-Deval
LC 21-102	2019-12-15	Résistance au polissage des granulats : méthode par projection
LC 21-200	2011-12-15	Détermination de la teneur en eau au four à micro-ondes
LC 21-201	2021-12-15	Détermination de la teneur en eau par séchage
LC 21-255	2024-12-15	Détermination de la valeur au bleu de méthylène des sols et des granulats
LC 21-260	2012-12-15	Détermination de la teneur en impuretés dans un matériau recyclé
LC 21-265	2021-12-15	Détermination du pourcentage de particules « plates » et de particules « allongées »
LC 21-400	2022-12-15	Granulats – Détermination de la résistance à l'abrasion au moyen de l'appareil Los Angeles
LC 21-901	2024-12-15	Détermination de la composition d'un matériau recyclé contenant de l'enrobé et du béton
Section 2 : Secteur – Sols et fondations		
LC 22-001	2023-12-15	Détermination de la masse volumique sèche maximale d'un matériau granulaire au moyen d'une planche de référence
LC 22-002	2021-12-15	Détermination du facteur de correction de la teneur en eau des sols et des matériaux granulaires mesurée à l'aide d'un nucléodensimètre
LC 22-003	2022-12-15	Détermination de la compacité des sols et des matériaux granulaires à l'aide d'un nucléodensimètre
LC 22-300	2019-12-15	Extraction d'un échantillon de sol cohérent d'un tube à paroi mince
LC 22-301	2024-12-15	Essai de consolidation à l'œdomètre
LC 22-320	2024-12-15	Détermination du coefficient de perméabilité des sols à l'œdomètre
LC 22-330	2015-12-15	Essai du potentiel de succion des sols et des matériaux granulaires
LC 22-331	2023-12-15	Détermination du potentiel de ségrégation des sols
LC 22-400	2013-12-15	Détermination du module réversible des matériaux granulaires

ME



ME | Liste des méthodes d'essai du Ministère

Numéro	Datée du	Titre
Section 3 : Secteur – Liants hydrocarbonés		
LC 25-001	2014-12-15	Récupération du bitume en solution par évaporation rotative
LC 25-003	2015-12-15	Stabilité au stockage
LC 25-005	2016-12-15	Recouvrance d'élasticité
LC 25-007	2020-12-15	Bitume – Évaluation de la température associée à une viscosité
LC 25-009	2021-12-15	Évaluation de la résistance d'un liant bitumineux au désenrobage en fonction d'une source granulaire donnée
LC 25-010	2020-12-15	Mesure de la force de liaison avec un appareil de mesure d'adhésion des couches
LC 25-011	2018-12-15	Préparation d'éprouvettes de laboratoire afin d'évaluer la force de liaison d'une émulsion d'accrochage
LC 25-012	2011-12-15	Récupération du résidu d'émulsion sur plaque de granit
LC 25-013	2015-12-15	Distillation d'émulsions bitumineuses avec polymères
Section 4 : Secteur – Enrobés		
LC 26-001	2023-12-15	Tenue à l'eau (par trempage)
LC 26-002	2023-12-15	Méthode de formulation à froid des matériaux recyclés stabilisés à l'émulsion
LC 26-003	2024-12-15	Détermination de l'aptitude au compactage des enrobés à chaud à la presse à cisaillement giratoire
LC 26-004	2023-12-15	Formulation des enrobés à l'aide de la presse à cisaillement giratoire selon la méthode du Laboratoire des chaussées
LC 26-005	2024-12-15	Échantillonnage
LC 26-006	2024-12-15	Détermination de la teneur en bitume par ignition
LC 26-007	2023-12-15	Analyse granulométrique des granulats d'extraction
LC 26-010	2024-12-15	Réduction en laboratoire d'échantillons en vue d'essais
LC 26-015	2023-12-15	Enrobés par rapiéçage à froid – Essai de cohésion
LC 26-016	2023-12-15	Enrobés par rapiéçage à froid – Essai de maniabilité
LC 26-020	2024-12-15	Préparation d'éprouvettes pour la méthode Marshall
LC 26-040	2023-12-15	Détermination de la densité brute et de la masse volumique des enrobés à chaud compactés
LC 26-045	2024-12-15	Détermination de la densité maximale
LC 26-060	2023-12-15	Méthode Marshall de détermination de la résistance à la déformation d'éprouvettes
LC 26-100	2023-12-15	Détermination de la teneur en bitume
LC 26-110	2023-12-15	Détermination de la masse du filler dans le produit de l'extraction
LC 26-150	2024-12-15	Détermination du facteur de correction à utiliser pour le calcul de la teneur en bitume
LC 26-320	2023-12-15	Détermination du pourcentage de vides et de la compacité dans les enrobés à chaud compactés
LC 26-400	2024-12-15	Fabrication d'éprouvettes au compacteur LCPC
LC 26-410	2023-12-15	Résistance à la déformation des enrobés à l'essai d'orniérage

ME| Liste des méthodes d'essai du Ministère

Numéro	Datée du	Titre
LC 26-500	2023-12-15	Détermination du facteur de correction à utiliser pour déterminer la masse volumique in situ des enrobés à l'aide d'un nucléodensimètre
LC 26-510	2024-12-15	Détermination de la masse volumique in situ des enrobés à l'aide d'un nucléodensimètre
LC 26-600	2024-12-15	Mesure des irrégularités et des dépressions d'une chaussée
LC 26-605	2022-12-15	Mesure de la propreté de la surface d'un revêtement
LC 26-610	2023-12-15	Obturation des trous pratiqués dans un revêtement routier
LC 26-690	2023-12-15	Fabrication d'éprouvettes cylindriques d'enrobé pour les essais en traction-compression directe
LC 26-700	2023-12-15	Détermination du module complexe des enrobés
LC 26-800	2021-12-15	Procédure de vérification de l'homogénéité de pose des enrobés
LC 26-900	2023-12-15	Détermination de caractéristiques par le calcul de divers facteurs
LC 26-950	2012-12-15	Nombres – Règles d'arrondissement
Section 5 : Secteur – Chimie		
LC 31-226	2011-12-15	Mesure du pourcentage de résidu insoluble d'un granulat pulvérisé (méthode Durand)
LC 31-228	2024-12-15	Évaluation de la teneur en matière organique dans les granulats et les sols
Section 6 : Secteur – Peintures		
LC 34-501	2018-12-15	Résistance aux produits chimiques (5 % NaCl)
LC 34-502	2018-12-15	Résistance aux produits chimiques (5 % CaCl ₂)
LC 34-505	2017-12-15	Détermination de la consistance à 5 °C
LC 34-506	2023-12-15	Détermination du degré de sédimentation – Méthode Patton
LC 34-508	2011-12-15	Détermination de la teneur en anhydride phtalique
Section 7 : Secteur – Sels de déglacage		
LC 40-010	2024-12-15	Échantillonnage des sels de déglacage
LC 40-015	2023-12-15	Détermination de la teneur en eau des sels de déglacage
Section 8 : Secteur – Matériaux composites		
LC 50-010	2023-12-15	Essai de traction sur barre d'armature en polymère renforcé de fibres de verre

