

DEVIS TYPE

DE

Devis No. RAF T1-16.01

Devis retraitement type 1 - version 1.0

BITUME QUÉBEC

Bitume Québec décline toute responsabilité, directe ou indirecte, quant à l'actualité ou à l'exactitude des informations du présent devis technique ou aux conséquences découlant de son utilisation. Les informations qui y sont présentées ne doivent en aucun cas se substituer à l'opinion d'un professionnel du domaine des enrobés, ni lier l'association ou ses mandataires et ses représentants. Bitume Québec et ses mandataires n'acceptent aucune responsabilité pour toute erreur, inexactitude ou omission reliée aux informations contenues dans ce devis.

L'association Bitume Québec croit avoir pris toutes les précautions nécessaires pour que toute l'information contenue dans ce devis type soit des plus précise. Par contre, l'association Bitume Québec ne peut être tenue responsable de toute malfaçon ou défaillance de projet réalisée selon ce devis.

Ce document a été rédigé par le comité Entretien des routes de l'association Bitume Québec.

Les membres suivants ont participé activement à l'élaboration de ce devis :

Pierre Morgan	Talon Sebeq Inc.
Patrick Francoeur	Soter
Luc Delangis	Les Émulsions Bourget
Jim Thellier	ACI
Florian Lafage	ACRGTO
Stéphane Trudeau	STEB
Mathieu Bergeron	Soter
Sylvain Provençal	Ali Excavation
Tytus Zurawski	Les Industries Mc Asphalt
J Armstrong	Les Émulsions Bourget
Michel Bellerose	ACI
Jean-Sébastien Malo	Solmatech

Document produit en avril 2016

Publié et mis en ligne en juin 2016

Disponible sur le site entretiendesroutes.ca

1	Description des travaux.....	5
1.1	Localisation des travaux.....	5
2	Caractéristiques de la chaussée à recycler.....	5
3	Matériaux.....	5
3.1	Émulsion de bitume.....	5
3.2	Additifs.....	5
3.3	Granulats pour accotements.....	5
4	Matériel.....	5
4.1	Liste des équipements.....	5
4.2	Planeuse pour correction.....	6
4.3	Équipements pour recyclage à froid.....	6
4.3.1	Unité de planage.....	6
4.3.2	Unité de réduction et de calibrage.....	6
4.3.3	Unité de malaxage.....	6
4.3.4	Unité de mise en œuvre.....	7
4.3.5	Unité de compactage.....	7
4.3.6	Balance pour camions.....	7
4.3.7	Épandeuse à granulats pour accotements.....	7
5	Assurance qualité.....	7
5.1	Contrôles effectués par l'entrepreneur.....	7
5.1.1	Calibration des équipements.....	7
5.1.2	Plan de travail avant les opérations de recyclage.....	8
5.1.3	Fenêtres d'exploration et études de formulation.....	8
5.1.3.1	Présentation de la formule.....	9
5.1.3.2	Exigences minimales.....	10
5.1.4	Rapport d'analyse et compilation des résultats.....	10
5.1.5	Vérification pendant les opérations de recyclage.....	11
5.1.5.1	Planche de référence.....	11
5.1.5.2	Profondeur de coupe.....	11
5.1.5.3	Dimensions de particules.....	11
5.1.5.4	Conformité et échantillonnage de l'émulsion de bitume.....	12
5.1.5.5	Dosage des constituants.....	12
5.1.5.6	Épaisseur, profil et dévers.....	12
5.1.5.7	Compactage.....	12
5.1.6	Rechargement des accotements.....	13
5.2	Contrôle effectué par le donneur d'ouvrage.....	13
5.2.1	Émulsion de bitume et additif.....	13
5.2.2	Stabilité des enrobés recyclés à froid.....	13
5.2.2.1	Acceptation d'un lot.....	14
5.2.2.2	Rejet d'un lot.....	14
5.2.3	Compacité des enrobés recyclés à froid.....	15
5.2.3.1	Acceptation d'un lot.....	15
5.2.3.2	Rejet d'un lot.....	15
6	Mise en œuvre.....	16
6.1	Conditions climatiques et état de la surface.....	16
6.2	État et préparation de la surface.....	16

6.3 Recyclage à froid de l'enrobé.....	16
6.3.1 Planage du revêtement.....	16
6.3.2 Malaxage et stabilisation.....	16
6.3.3 Correction des dévers.....	17
6.3.4 Épandage de l'enrobé.....	17
6.3.5 Compactage de l'enrobé.....	17
6.4 Marquage temporaire (peinture à base d'eau).....	18
7 Caractéristiques de la surface.....	18
7.1 Zones non conformes ou instables.....	18
7.2 Dommages.....	18
8 Mode de paiement.....	18
8.1 Liant bitumineux.....	18
8.2 Additifs.....	19
8.3 Ajustement du prix du bitume.....	19
8.4 Fenêtres d'exploration et études de formulation.....	20
8.5 Recyclage à froid de l'enrobé.....	20
8.6 Retenue sur un lot de RFE.....	20
8.7 Marquage temporaire.....	21

1 Description des travaux

Les travaux consistent à restaurer la partie supérieure du revêtement de la chaussée en enrobé par un recyclage à froid de l'enrobé sur les voies de circulation.

1.1 Localisation des travaux

À remplir selon les besoins.

2 Caractéristiques de la chaussée à recycler

Le donneur d'ouvrage fournit les données suivantes sur les caractéristiques de la chaussée:

- Les sondages et carottages
- L'épaisseur du pavage
- Les profils transversaux

L'entrepreneur doit effectuer tous les sondages, toutes les analyses des matériaux et tous les relevés complémentaires nécessaires à l'élaboration de son plan de travail.

3 Matériaux

3.1 Émulsion de bitume

Les émulsions de bitume généralement utilisées sont de type cationique ou anionique. Le choix final dépend de l'enrobage et de la cohésion avec le matériau. Les résultats d'appréciation de ces caractéristiques doivent être présentés lors du dépôt de la formule finale. L'émulsion de bitume utilisée doit être conforme aux exigences du CCDG et de la norme 4105 du ministère des Transports.

3.2 Additifs

Aux fins du présent devis, le terme « additifs » se limite au ciment Portland (type GU), à la chaux ou à un produit chaulant.

3.3 Granulats pour accotements

À remplir selon les besoins.

4 Matériel

4.1 Liste des équipements

Au plus tard à la première réunion de chantier, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une liste des équipements et pièces de machinerie qu'il prévoit utiliser lors

des opérations de recyclage à froid de l'enrobé. Cette liste doit être maintenue à jour durant toute la durée des travaux et l'entrepreneur doit aviser le surveillant de tout ajout ou remplacement d'équipement sur le chantier.

Cette liste doit être accompagnée d'une fiche technique décrivant l'équipement de recyclage à froid, incluant les équipements de compactage, ainsi que les caractéristiques de l'ordinateur de contrôle permettant de doser les quantités utilisées et de totaliser les quantités produites.

4.2 Planeuse pour correction

Le matériel utilisé pour la correction par planage doit permettre d'obtenir une surface planée présentant un plan régulier. La planeuse doit être pourvue d'un appareil de contrôle automatique des profils longitudinaux et transversaux.

4.3 Équipements pour recyclage à froid

L'entrepreneur doit utiliser uniquement des équipements ayant les caractéristiques requises. Dans le cas contraire, le donneur d'ouvrage se réserve le droit d'arrêter les opérations et d'exiger l'utilisation des équipements prévus pour la reprise des opérations.

4.3.1 Unité de planage

L'équipement de planage doit être doté d'un dispositif de contrôle automatique de profilage transversal et longitudinal.

L'unité de planage utilisée doit être conçue de manière à effectuer le planage en un seul passage, permettant d'obtenir la profondeur de coupe moyenne désirée afin de prélever et de fabriquer la quantité requise.

4.3.2 Unité de réduction et de calibrage

L'unité de réduction et de calibrage des matériaux doit être conçue de manière à réduire les matériaux planés à la taille requise. Elle doit être dotée d'un dispositif permettant de réutiliser la totalité des matériaux et de contrôler la granularité. Cette opération de réduction et de calibrage des matériaux planés peut être effectuée par concassage et tamisage ou par toute autre méthode permettant d'atteindre le résultat attendu.

4.3.3 Unité de malaxage

L'unité de malaxage doit être conçue de manière à assurer une dispersion optimale du liant dans le mélange, et ce, avec un débit suffisant pour la bonne marche des travaux. Elle doit être dotée d'un système d'alimentation permettant de doser précisément les matériaux à recycler à l'entrée du malaxeur et d'un totalisateur indiquant les quantités introduites dans le malaxeur.

L'ordinateur de contrôle doit permettre le réglage automatique du dosage de l'émulsion, avec une marge d'erreur inférieure à 3 %.

Un totalisateur doit également indiquer, en tout temps, les quantités totales de liant, d'additif et d'enrobés recyclés utilisés.

Le mélange stabilisé produit doit être homogène.

Dans le cas de l'utilisation d'une centrale d'enrobage, celle-ci doit être conforme aux exigences de l'article 13.3.3.1 du CCDG.

4.3.4 Unité de mise en œuvre

Les matériaux recyclés sont mis en œuvre mécaniquement au moyen d'une finisseuse automotrice capable d'épandre le mélange sur l'épaisseur requise, sans ségrégation ou déchirures, et en respectant les profils longitudinaux et transversaux spécifiés au contrat ou spécifiés par le surveillant.

4.3.5 Unité de compactage

Le compactage doit être effectué à l'aide d'un rouleau à double cylindre d'acier lisse et d'un combiné pneu-cylindre, et / ou d'un rouleau à pneus multiples dont la masse totale de chacun est supérieure à 12 tonnes.

4.3.6 Balance pour camions

La balance doit être de capacité suffisante pour peser, en une seule opération, les charges les plus lourdes et être conforme à l'article 10.2.2.3 du CCDG. La balance est opérée par l'entrepreneur et sert à déterminer les quantités d'enrobé extraites par planage de la structure de chaussée existante. Les opérations de pesage permettent, de plus, de calculer un taux de pose constant et uniforme pour la remise en œuvre des matériaux après l'ajout de l'émulsion.

4.3.7 Épandeuse à granulat pour accotements

À remplir selon les besoins.

5 Assurance qualité

5.1 Contrôles effectués par l'entrepreneur

5.1.1 Calibration des équipements

La calibration des équipements servant à mesurer le dosage des divers constituants de l'enrobé recyclé doit être effectuée par l'entrepreneur. La méthode d'étalonnage, incluant les composantes à étalonner de même que les écarts admissibles, doit être fournie à la demande du donneur d'ouvrage.

Pour les débitmètres d'émulsion et d'eau, la calibration peut être effectuée une seule fois en début de saison, puis faire l'objet d'une attestation qui est transmise avant le début des travaux de chacun des contrats de la saison. Le surveillant se réserve le

droit d'exiger une vérification ponctuelle afin de confirmer la validité de la charte de calibration avant le début des travaux.

5.1.2 Plan de travail avant les opérations de recyclage

À la première réunion de chantier, lorsque des corrections de profil doivent être effectuées, l'entrepreneur doit présenter un plan de travail indiquant pour toute la surface du revêtement de chaussée à recycler, l'épaisseur de l'enrobé à enlever et à recycler et doit démontrer qu'un contrôle des volumes de matériaux à recycler sera fait tout au long du processus de recyclage. Ce plan de travail doit comporter, pour chaque section transversale aux 20 m, les profils de la chaussée avant travaux, le profil après planage préalable (si nécessaire) et le profil final après la pose de l'enrobé recyclé.

Le plan de travail doit contenir, sans s'y limiter, les éléments suivants :

- les secteurs de planage préalable et les profondeurs de coupe correspondantes
- la séquence de travail (point de départ et de fin du RFE, sens de réalisation)
- la profondeur de coupe pour le RFE
- la largeur de coupe pour le RFE
- l'épaisseur de pose de l'enrobé recyclé à froid
- la masse volumique du revêtement de chaussée en enrobé avant le RFE
- la masse volumique de l'enrobé recyclé à froid
- un relevé des pentes transversales existantes de chacune des voies aux 20 m
- les pentes transversales à implanter dans chacune des voies aux 20 m
- le tonnage des matériaux générés par la coupe aux 20 m dans les sections droites et aux 20 m dans les dévers
- le tonnage d'enrobé recyclé à froid mis en place aux 20 m
- le bilan des quantités d'enrobé recyclé à froid aux 20 m
- l'indication des secteurs critiques où le bilan des quantités (volume planage vs volume requis en enrobé) est négatif, et la description de la méthode prévue pour gérer ces situations (apport de matériaux granulaires à l'intérieur du chantier, etc.)

5.1.3 Fenêtres d'exploration et études de formulation

L'entrepreneur doit aviser le donneur d'ouvrage, au moins 48 heures à l'avance, de la date de réalisation des fenêtres d'exploration.

L'entrepreneur doit exécuter un planage sur les fenêtres d'exploration et échantillonner le revêtement de chaussée en enrobé à une cadence d'au moins un échantillon par 7 500 m².

L'échantillonnage doit être exécuté conformément à la méthode d'essai LC 26-002 « Méthode de formulation à froid des matériaux recyclés stabilisés à l'émulsion » du ministère des Transports.

Une nouvelle formule de mélange doit être préparée pour chaque secteur dont les caractéristiques du matériau en place affichent une différence de plus de 1,0 % du pourcentage résiduel en bitume.

5.1.3.1 Présentation de la formule

L'entrepreneur doit présenter sa ou ses formules au donneur d'ouvrage, au moins deux jours ouvrables avant le début des travaux de recyclage à froid de l'enrobé.

Il doit également soumettre au surveillant l'information sur le type, le manufacturier et le fournisseur de l'émulsion de bitume avec une fiche descriptive du produit utilisé. À cet effet, l'entrepreneur doit transmettre les certificats de conformité des liants obtenus du fournisseur.

Chaque formule de mélange complète doit contenir les informations suivantes :

- la granularité du matériau sur les échantillons séchés à l'air libre et leur teneur en bitume
- les courbes des caractéristiques physiques du mélange en quatre (4) points, pour chacune des caractéristiques suivantes :
 - densité brute sèche
 - stabilité Marshall modifiée état sec à 22°C
 - stabilité Marshall après immersion et saturation sous vide à 22°C
 - pourcentage de stabilité retenue après immersion et saturation sous vide à 22°C
 - pourcentage maximal des vides totaux
 - pourcentage d'eau absorbée après immersion et saturation sous vide à 22°C
- le dosage optimal en émulsion en fonction de la nature du matériau, du type d'émulsion de bitume et de sa classe, la densité brute sèche du mélange, la stabilité Marshall modifiée et la déformation d'éprouvettes état sec à 22°C, la stabilité Marshall et déformation après immersion et saturation sous vide à 22°C, la densité maximale, le pourcentage maximal de vides totaux et l'absorption en eau à la teneur en bitume proposée
- le pourcentage de stabilité retenue après immersion et saturation sous vide à

22°C

- le pourcentage d'eau optimal à la compaction ainsi que la densité brute sèche maximale du mélange
- les caractéristiques de l'émulsion de bitume et de l'additif
- Le dosage optimal en liant, basé sur les résultats obtenus à partir des échantillons de matériaux planés prélevés en chantier doit être déterminé à l'aide de la méthode Marshall modifiée, formulation décrite dans la méthode d'essai LC 26-002 « Méthode de formulation à froid des matériaux recyclés stabilisés à l'émulsion » du ministère des Transports

5.1.3.2 Exigences minimales

- Un minimum de 1,0 % de liant résiduel en pourcentage de la masse des matériaux recyclés de même qu'un minimum de 0,5 % d'additifs sont exigés.
- La stabilité Marshall modifiée état sec à 22°C sur une brique fabriquée en laboratoire doit être supérieure à 7 500 N.
- La stabilité Marshall après immersion et saturation sous vide à 22°C doit être d'un minimum de 70 % de la stabilité initiale.

5.1.4 **Rapport d'analyse et compilation des résultats**

L'entrepreneur doit transmettre quotidiennement au surveillant les rapports de compilation des différents contrôles et résultats d'analyses.

Ces rapports journaliers doivent comporter les informations indiquées au tableau de l'annexe 1 et selon la cadence minimale pour :

- les profondeurs de coupe
- la dimension des particules
- la compilation des dosages en émulsion de bitume anhydre et additifs en pourcentage de la masse de l'enrobé recyclé
- la conformité de l'émulsion de bitume
- les résultats de la planche de référence
- la conformité des profils et devers
- les résultats des essais de compacité

5.1.5 Vérification pendant les opérations de recyclage

5.1.5.1 Planche de référence

Au début des travaux et en présence du surveillant, l'entrepreneur doit effectuer, pour chaque formule, une planche de référence, d'une longueur maximale de 500 m et de la largeur d'une voie, pour démontrer l'efficacité de ses méthodes de travail ainsi que des équipements utilisés. Lors de cette opération, l'entrepreneur doit aussi démontrer la précision relative du contrôleur de débit, en comparant la quantité inscrite à la quantité réellement posée (la différence doit être inférieure à 5 %). La quantité posée est mesurée par pesée de la citerne avant et après la réalisation de la planche.

La réalisation de la planche de référence doit permettre d'établir le patron de compactage le plus efficace possible afin de déterminer la masse volumique sèche maximale du mélange stabilisé à la teneur en eau optimale de la formulation conformément à la méthode d'essai LC 22-001 « Détermination de la masse maximale d'un matériau granulaire au moyen d'une planche de référence » du Ministère. La mesure de la compacité en fonction du nombre de passages des équipements de compactage doit être obtenue d'un nucléodensimètre préalablement étalonné pour ce type de matériau. L'entrepreneur doit assigner un responsable pour gérer les équipements de compactage pendant la réalisation de la planche de référence. Ce responsable travaille conjointement avec le surveillant afin de veiller à la réussite de la planche de référence.

La masse volumique sèche maximale de la planche de référence est définie en fonction du nombre de passes par la plus grande valeur obtenue quand deux calculs consécutifs de la variation de la masse volumique donnent une augmentation inférieure à 1,0 %. À cet effet, le terme « passage » d'un équipement de compactage est défini comme un passage simple de l'équipement de compactage.

5.1.5.2 Profondeur de coupe

L'entrepreneur doit vérifier en continu que les profondeurs de coupe de la planeuse respectent la valeur qu'il a inscrite à son plan de travail. Cette vérification est requise lors de l'opération de planage préalable et lors de l'opération de planage associée à l'opération de recyclage à froid de l'enrobé.

5.1.5.3 Dimensions de particules

L'entrepreneur doit vérifier que la dimension des particules du fraisat bitumineux issues du planage respecte les exigences selon la cadence d'échantillonnage.

Les matériaux récupérés de l'opération de planage doivent répondre aux critères granulométriques suivants :

40	100
28	95-100

Le prélèvement des échantillons de 20 kg s'effectue à un endroit convenu entre l'entrepreneur et le surveillant dans le processus de recyclage. L'entrepreneur doit procéder immédiatement au tamisage sur place. Les résultats doivent être transmis le plus rapidement possible au donneur d'ouvrage.

5.1.5.4 Conformité et échantillonnage de l'émulsion de bitume

À l'arrivée de la citerne contenant l'émulsion de bitume, l'entrepreneur doit vérifier les documents de livraison (attestation de conformité et billet de livraison). Il doit s'assurer que les résultats d'essais figurant sur l'attestation respectent les exigences du devis. De plus, il doit noter la quantité d'émulsion reçue dans son registre d'inventaire des matériaux afin que celui-ci soit maintenu à jour. À la suite de cette vérification et de l'enregistrement des données à son registre, l'entrepreneur remet ces documents au Ministère.

Lorsque la citerne atteint environ la moitié de son chargement initial, l'entrepreneur procède à un échantillonnage de 1 litre d'émulsion de bitume. L'échantillon est prélevé dans un contenant métallique ou de plastique de 1 litre. L'entrepreneur doit immédiatement remettre l'échantillon au surveillant afin qu'il l'achemine au laboratoire.

5.1.5.5 Dosage des constituants

Tout au long des opérations de recyclage, l'entrepreneur procède à la vérification des dosages des divers constituants afin de s'assurer du respect de la formule de mélange. Cette vérification est réalisée sur la base des données fournies par le ou les différents contrôleurs de débit de l'équipement d'enrobage (émulsion de bitume, eau et matériaux récupérés) ou en procédant à des mesures en chantier.

5.1.5.6 Épaisseur, profil et dévers

Avant compactage, l'entrepreneur doit mesurer en continu l'épaisseur d'enrobé recyclé et vérifier la conformité des profils et dévers en fonction du plan de travail.

- Tout écart de plus 10 mm par rapport au profil inscrit au plan de travail doit être corrigé.
- Tout écart de plus de 1 % par rapport au dévers inscrit aux plans et devis doit être corrigé.
- Le calcul des dévers d'une voie de circulation correspond à la moyenne des deux valeurs mesurées sur la moitié de gauche et de droite de cette voie.
- Tout écart supérieur doit être signalé au surveillant et inscrit au rapport journalier.

5.1.5.7 Compactage

Le compactage doit commencer dès que le mélange recyclé mis en œuvre peut supporter l'équipement sans déplacement exagéré. L'entrepreneur procède au compactage, selon le patron établi lors de la réalisation de la planche de référence, de façon à ce que le mélange atteigne une densité égale ou supérieure à 98 % de la

masse volumique optimale obtenue lors de la réalisation de la planche de référence. La compacité est déterminée au moyen d'un nucléodensimètre en tenant compte du facteur de correction à appliquer pour cet appareil. La séquence des opérations de compactage doit être continue et doit tenir compte des conditions de cure du mélange.

5.1.6 Rechargement des accotements

À la suite de la mise en œuvre des matériaux recyclés, l'entrepreneur procède à la pose et à la mise en œuvre de matériaux granulaires MG 20b sur les accotements, selon les exigences stipulées à l'article 13.4 du CCDG. Ce granulat est posé au moyen d'un épandeur mécanique à granulat de type « Midland ». Le granulat est mis en œuvre selon les profils indiqués par le surveillant.

5.2 Contrôle effectué par le donneur d'ouvrage

5.2.1 Émulsion de bitume et additif

Le donneur d'ouvrage effectue un contrôle de réception sur l'émulsion de bitume conformément aux exigences d'assurance qualité de l'article 13.2.2 du CCDG.

Lorsqu'un contrôle de réception sur l'additif est effectué par le Ministère, le prélèvement consiste en un sac de 30 kg de matériau prélevé au hasard.

5.2.2 Stabilité des enrobés recyclés à froid

Le contrôle de réception de l'enrobé recyclé à froid est effectué par le Ministère avant compactage de chacun des lots. Les limites des lots sont déterminées par le Ministère.

La conformité de l'enrobé recyclé à froid est basée sur l'évaluation par lot. Chaque lot représente une surface d'environ 7 500 m² d'enrobé recyclé à froid d'une même formule de mélange. À la fin d'un contrat, toute surface inférieure à 2 500 m² est incorporée au lot précédent.

Un lot est constitué de trois prélèvements d'échantillons représentant trois sections égales en surface d'enrobé recyclé à froid.

Les prélèvements des échantillons pour les essais sont effectués sur la voie de circulation, à des endroits prédéterminés par une méthode aléatoire, comme celle utilisée par le ministère des Transports. Les prélèvements se font derrière la finisseuse, à l'extérieur des pistes de roues, en prenant soin de récupérer la totalité de l'épaisseur d'enrobé recyclé à froid sans causer de ségrégation.

Chaque échantillon a une masse minimale de 20 kg et est placé dans un sac de plastique hermétique, identifié et fermé hermétiquement.

Les essais suivants sont effectués sur tous les échantillons du lot :

1. stabilité Marshall état sec à 22°C;

2. stabilité Marshall après immersion sous vide à 22°C

Chaque échantillon est formé de six éprouvettes soumises à l'essai, dont trois pour la stabilité Marshall état sec et trois pour la stabilité Marshall après immersion. La moyenne des valeurs obtenues sur les deux éprouvettes d'un échantillon ayant un écart le plus faible est le résultat retenu pour l'essai.

La préparation des éprouvettes s'effectue selon la méthode d'essai LC 26-002 « Méthode de formulation à froid des matériaux recyclés stabilisés à l'émulsion » du Ministère, à l'intérieur d'un délai de deux heures après la fabrication de l'enrobé recyclé à froid sur le chantier. Dans l'impossibilité de respecter ce délai, le moulage des éprouvettes devra être effectué en chantier.

Le Ministère réalise également les essais suivants sur le deuxième échantillon de chacun des lots :

- teneur en bitume
- densité brute du mélange (moyenne de deux essais)
- densité maximale du mélange (moyenne de deux essais)
- L'essai de teneur en bitume est réalisé sur un échantillon préalablement séché et exempt d'humidité.

5.2.2.1 Acceptation d'un lot

La stabilité Marshall d'un lot est jugée conforme par le Ministère lorsque la moyenne des résultats des trois échantillons respecte les paramètres suivants :

- la stabilité Marshall état sec à 22°C doit être supérieure à 7 500 N
- la stabilité Marshall après immersion et saturation sous vide à 22°C doit être d'un minimum de 70 % de la stabilité initiale à l'état sec

5.2.2.2 Rejet d'un lot

La stabilité Marshall d'un lot est rejetée par le Ministère lorsque la différence entre la moyenne des résultats des trois échantillons et les valeurs exigées au devis excède au moins un des écarts critiques (Ec) définis ci-dessous :

- Ec, pour l'exigence de la stabilité Marshall état sec à 22°C : - 500 N.
- Ec, pour l'exigence du pourcentage de stabilité Marshall retenue après immersion et saturation sous vide à 22°C : - 20 %.
- Dans ce cas, le lot est jugé non conforme aux exigences contractuelles et les exigences relatives aux travaux défectueux de l'article 7.10 du CCDG s'appliquent.

5.2.3 Compacité des enrobés recyclés à froid

Le contrôle de réception de la compacité de l'enrobé recyclé à froid est effectué par le donneur d'ouvrage immédiatement à la fin du compactage d'un lot. La masse volumique sèche maximale de l'enrobé recyclé à froid est déterminée au moyen d'une planche de référence telle que définie à l'article 5.1.5.1 du devis.

La conformité de l'enrobé recyclé à froid est basée sur l'évaluation par lot. Chaque lot représente une surface d'environ 7 500 m² d'enrobé recyclé à froid d'une même formule de mélange. À la fin d'un contrat, toute surface inférieure à 2 500 m² est incorporée au lot précédent. Les lots coïncident avec les lots définis à l'article 5.2.1 du devis.

Pour chaque lot, les mesures sont localisées de façon aléatoire, à une cadence minimale d'une mesure par surface de 2 500 m² d'enrobé recyclé à froid.

La masse volumique sèche est mesurée à l'aide d'un nucléodensimètre en mode rétrodiffusion en utilisant un facteur de correction de la teneur en eau (humidité) établi selon la procédure de l'annexe 2.

Durant la période d'attente des résultats de la teneur en eau de la planche de référence (1^{re} journée seulement), l'entrepreneur peut utiliser un facteur de correction « K » basé sur l'historique des contrats réalisés antérieurement.

Pour se prévaloir de ce droit, l'entrepreneur doit présenter au donneur d'ouvrage, pour acceptation, un dossier justifiant la valeur utilisée. À défaut de se conformer, l'entrepreneur devra attendre les résultats de teneur en eau de la planche de référence établis en laboratoire avant de commencer la production du recyclage à froid.

5.2.3.1 Acceptation d'un lot

La compacité d'un lot est jugée conforme par le Ministère lorsque la moyenne des mesures de la masse volumique sèche du lot est égale ou supérieure à la masse volumique sèche maximale obtenue lors de la planche de référence, sans dépasser 102 % de cette valeur. Aucune valeur individuelle ne doit être inférieure à 98 % de cette masse volumique sèche maximale de référence.

5.2.3.2 Rejet d'un lot

La compacité d'un lot est rejetée par le Ministère lorsque la différence entre la moyenne des résultats des trois échantillons et les valeurs spécifiées au devis excède au moins l'écart critique (Ec) défini ci-dessous :

- Ec, pour l'exigence du pourcentage de compacité : - 4 %.

Dans ce cas, même si les critères d'acceptation de la stabilité d'un lot sont conformes, le lot est jugé non conforme aux exigences contractuelles et les exigences relatives aux travaux défectueux de l'article 7.10 du CCDG s'appliquent.

6 Mise en œuvre

6.1 Conditions climatiques et état de la surface

Les travaux de malaxage des matériaux, de l'émulsion de bitume et de l'additif ainsi que de mise en œuvre des matériaux recyclés ne doivent pas être effectués lors d'une période de précipitations ou lorsque la température ambiante est inférieure à 10°C durant le jour ou lorsque la température prévue pour la nuit suivante est inférieure à 2°C.

À moins d'une indication contraire du surveillant, il est interdit de procéder à des travaux de recyclage à froid si les travaux ne peuvent être achevés 30 jours avant les dates butoirs du Ministère pour la pose d'enrobé à chaud.

6.2 État et préparation de la surface

Lorsque la surface du revêtement de chaussée en enrobé n'est pas propre, présente des flaques d'eau ou de la boue, l'entrepreneur doit la nettoyer et l'assécher à l'aide d'équipements appropriés, le tout à la satisfaction du surveillant.

L'entrepreneur doit enlever tous les produits de scellement sur la chaussée pour chaque secteur de 100 m (2 voies) où le taux d'application du produit est supérieur à 250 mètres linéaires /100 m.

6.3 Recyclage à froid de l'enrobé

6.3.1 *Planage du revêtement*

L'entrepreneur doit obtenir l'autorisation du surveillant avant de commencer l'opération de recyclage à froid de l'enrobé.

L'opération de planage consiste à réduire l'épaisseur du revêtement de chaussée en enrobé sur une épaisseur de 100 mm.

Les matériaux récupérés doivent, par la suite, être acheminés vers l'unité d'enrobage sans ségrégation ni modification de la granularité.

6.3.2 *Malaxage et stabilisation*

L'émulsion de bitume, incluant les additifs, doit être incorporée aux matériaux récupérés (réduits et calibrés si requis) à l'intérieur de la chambre de malaxage au taux établi de la formule de mélange.

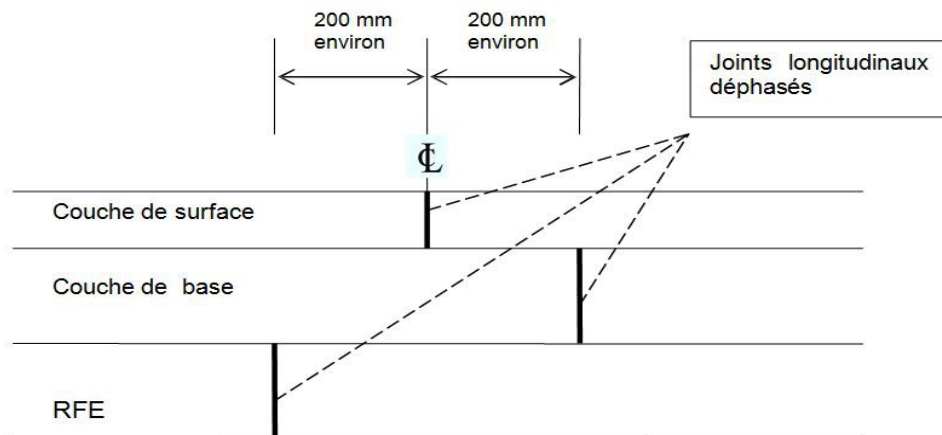
De plus, l'additif doit être appliqué devant l'équipement de recyclage. Aucun véhicule ne peut circuler sur l'additif appliqué sur la chaussée. De plus, l'entrepreneur doit prendre les moyens nécessaires pour contrôler l'émission de particules d'additifs dans l'environnement.

L'émulsion de bitume ainsi que l'additif doivent être dispersés uniformément dans le matériau recyclé. Le mélange stabilisé de l'enrobé doit être homogène.

6.3.3 Correction des dévers

Lors de l'opération de planage et/ou de pose de l'enrobé recyclé à froid, l'entrepreneur doit procéder, aux endroits indiqués par le surveillant, à la correction des dévers.

Il n'est pas permis de corriger le dévers avec de l'enrobé recyclé à froid si le différentiel de pente transversale entre l'état actuel et l'état demandé est supérieur à 3 %.



Coupe transversale du profil

6.3.4 Épandage de l'enrobé

L'enrobé recyclé à froid doit être épandu à l'aide d'une finisseuse selon les profils indiqués aux plans et devis. L'entrepreneur doit informer le surveillant si une modification au profil est requise.

Après l'épandage et le compactage de l'enrobé, l'épaisseur doit être de 100 mm \pm 10 mm.

Au cours de l'épandage, le mélange stabilisé de l'enrobé doit être uniforme et sans ségrégation.

L'entrepreneur doit porter une attention particulière lors du chevauchement des travées de la finisseuse afin de s'assurer que le dosage en émulsion de bitume soit uniforme sur toute la surface. Le joint longitudinal entre chaque travée doit être situé à 200 mm environ du centre de la ligne de la route.

6.3.5 Compactage de l'enrobé

L'entrepreneur doit procéder au compactage, selon le patron et les exigences établies à la planche de référence.

L'entrepreneur doit commencer le compactage dès que l'enrobé mis en place peut supporter l'équipement sans un déplacement exagéré.

La séquence de compactage doit être continue et être achevée dans un délai maximal de deux heures après la pose de l'enrobé recyclé à froid.

6.4 Marquage temporaire (peinture à base d'eau)

L'entrepreneur doit effectuer le marquage d'une ligne continue ou pointillée, de couleur jaune, aux endroits indiqués par le surveillant. Cette ligne doit être réfléchissante et avoir une largeur dont la valeur est située entre 120 mm et 125 mm. La peinture utilisée doit être à base d'eau au taux de 48 litres/kilomètre et de 0,6 kg/litre de microbilles de verre.

7 Caractéristiques de la surface

7.1 Zones non conformes ou instables

Le donneur d'ouvrage se réserve le droit d'échantillonner en surplus toute zone jugée visuellement non conforme. Lorsque les résultats de l'échantillonnage démontrent que les matériaux stabilisés d'une zone ne respectent pas les exigences du présent devis, la zone concernée est assujettie aux dispositions relatives aux travaux défectueux de l'article 7.10 du CCDG.

De même, toute zone où les matériaux recyclés demeurent instables à la fin de la période de cure est assujettie aux exigences de cet article du CCDG.

7.2 Dommages

La surface de la chaussée, après le recyclage à froid, doit être maintenue en bon état, avec une planéité conforme à l'article 13.3.4.7 du CCDG du présent contrat jusqu'à la pose de la couche de surface en enrobé.

Si des dommages surviennent durant cette période, ceux-ci doivent être réparés par l'entrepreneur, à ses frais.

8 Mode de paiement

8.1 Liant bitumineux

Le liant bitumineux est payé au kilogramme selon les quantités injectées dans les matériaux recyclés. De plus, il est payé sur la base du bitume résiduel du liant.

Le prix comprend la fourniture, la mise en œuvre, le transport total et toute dépense accessoire.

8.2 Additifs

Les additifs sont payés sur la base des surfaces d'enrobé recyclées à froid mesurées au mètre carré ou en kg d'additif utilisé, en considérant la quantité de ciment ajoutée lors de la formulation.

8.3 Ajustement du prix du bitume

L'entrepreneur doit prendre note que le prix de référence du bitume, qui sert à calculer l'ajustement du prix du bitume pour les travaux, est le prix présenté par Bitume Québec provenant des résultats d'appels d'offres publiques du ministère des Transports, par tonne pour du bitume de type PG 58-28.

Un montant d'ajustement du prix du bitume, excluant la mise en œuvre et le transport, est établi à la hausse ou à la baisse, selon la fluctuation du prix de référence du bitume.

Le prix de référence utilisé pour le calcul de l'ajustement est le prix minimal du bitume de classe de performance PG 58-28 établi dans les offres permanentes retenues pour l'approvisionnement en bitume du ministère des Transports.

Si la période d'exécution des travaux ne correspond pas à une période couverte par une commande de fourniture de bitume de la classe de performance choisie pour les travaux, le prix de référence utilisé est celui du bitume du PG 58-28 de la période précédente.

Un ajustement est effectué chaque mois lorsqu'il y a recyclage et qu'une variation supérieure à 5 % est enregistrée par rapport au prix de référence du bitume applicable inscrit aux plans et devis.

L'ajustement est calculé de la façon suivante :

Si $PR_e > 1,05 PR_s$, le donneur d'ouvrage 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 :

$$MA = \frac{(PR_e - 1,05 \times PR_s) \times E \times FC}{1000}$$

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 :

$$MA = \frac{(0,95 \times PRs - PRe) \times E \times Fc}{1000}$$

- MA = montant d'ajustement du prix du bitume (\$),
- PRs = prix de référence du bitume inscrit au devis (\$/t),
- PRe = prix de référence du bitume du mois pendant lequel s'exécutent les travaux (\$/t)
- E = quantité d'émulsion utilisée durant le mois (tonne)
- Fc = proportion en masse du résidu de distillation (%)

8.4 Fenêtres d'exploration et études de formulation

Les fenêtres d'exploration sont payées de façon globale et le prix soumis comprend le planage, la réparation des surfaces, les prélèvements des échantillons, la mise en place d'enrobé pour rétablir la surface, la signalisation, la ou les études de formulation complètes et toute dépense accessoire.

8.5 Recyclage à froid de l'enrobé

Le recyclage à froid de l'enrobé est payé au mètre carré de surface d'enrobé posée et comprend les travaux de planage, le concassage, la réduction, le calibrage, le chargement, le transport, le malaxage, le pesage sur une balance calibrée, la correction des dévers, l'épandage, le compactage, ainsi que les coûts de l'équipement, de la main-d'œuvre, des matériaux (excluant l'émulsion de bitume et les additifs), de l'enlèvement et de la mise au rebut des résidus de revêtement selon les lois et règlements en vigueur, la présentation de la ou des formules de mélange et toute dépense accessoire.

Le prix unitaire inclut les frais liés aux sondages, à l'analyse des matériaux et relevés complémentaires nécessaires à l'élaboration d'un plan de travail.

Le prix unitaire inclut, lorsque l'entrepreneur le juge nécessaire afin de respecter un taux de pose uniforme, tous les coûts de planage autres que ceux prévus aux plans et devis réalisés avant l'opération de recyclage à froid de l'enrobé.

Il inclut également la correction des dommages sur la surface des secteurs identifiés par le donneur d'ouvrage.

8.6 Retenue sur un lot de RFE

Si la *immersion et saturation sous vide à 22 °C* ; moyenne des résultats des trois échantillons d'un lot ne respecte pas les exigences demandées, et que la différence

entre cette moyenne et les valeurs spécifiées est inférieure ou égale aux écarts critiques, l'entrepreneur enlève et remplace à ses frais les matériaux compris dans le lot ou accepte que le prix unitaire soit révisé selon les formules suivantes :

$$PR = FRP * PU$$

prix unitaire révisé

$$Fc1 = 0,02 \times \frac{(7500 - x)}{100}$$

$$Fc2 = 0,5 \times \frac{(70 - y)}{100}$$

$$Fc3 = 2,5 \times \frac{(100 - z)}{100}$$

$$FPR = Fc1 + Fc2 + Fc3$$

x = stabilité Marshall à l'état sec 22 degrés Celsius en Newton

y = pourcentage de la stabilité Marshall après immersion et saturation sous vide à 22°C ;

z = pourcentage de compacité obtenu ;

Fc1 = facteur de correction, stabilité Marshall état sec à 22°C ;

facteur de correction, stabilité Marshall état sec à 22°C;

Fc2 = facteur de correction, pourcentage de stabilité Marshall retenue après

Fc3 = facteur de correction, pourcentage de compacité ;

FRP = facteur de retenue permanente ;

PU = Prix unitaire au bordereau ;

La valeur maximale du facteur de retenue permanente est de 0,20.

La retenue pour travaux non conformes est obtenue en multipliant par les quantités du lot déterminées pour le recyclage à froid de l'enrobé, l'émulsion de bitume et les additifs.

8.7 Marquage temporaire

Le marquage temporaire est payé au mètre de ligne marquée et acceptée. Le prix unitaire du marquage de chaussée couvre notamment les matériaux, le transport des matériaux, l'implantation des lignes, du tracé ou des éléments de prémarquage, la mise en œuvre, la réflectorisation des marques, le nettoyage, la disposition des débris et résidus, les différents contrôles et échantillons, le véhicule muni d'un atténuateur d'impact, la signalisation ainsi que le contrôle de la circulation, et il inclut toute dépense accessoire.

Sainte-Julie, le 21 avril 2016

Préparé par : _____

Vérifié par : _____