



**DJL**

## Les enrobés tièdes : c'est aussi pour les villes

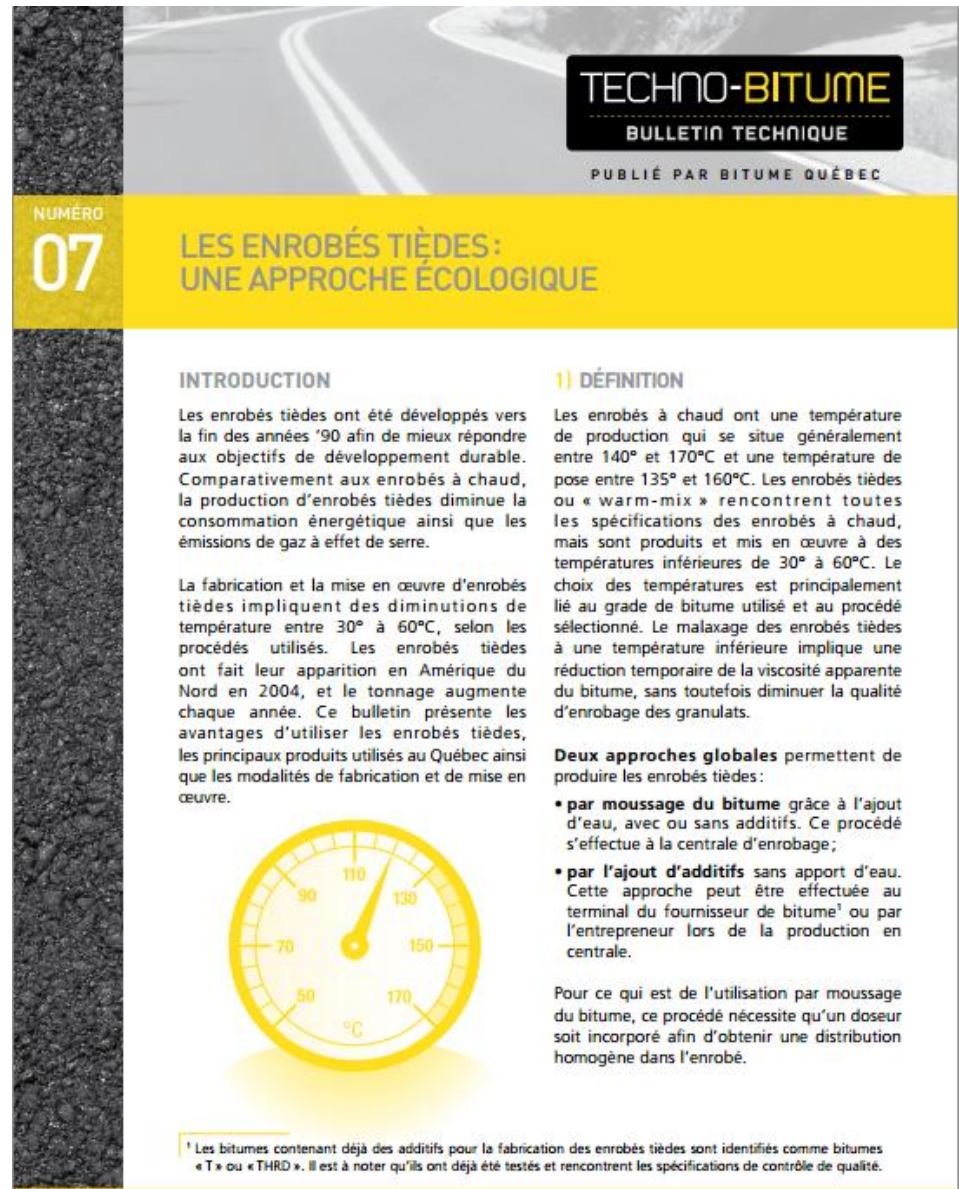


Yvan Paquin, ing.  
Directeur Technique  
Construction DJL inc.

INFRA – 2 décembre 2014

- ◆ Introduction
- ◆ Cohabitation des appellations « tièdes »
- ◆ Rappel sur enrobés tièdes « courants »
- ◆ Rétrospective 2005-2011
- ◆ Quoi de neuf depuis INFRA 2011 ?
- ◆ Spécifications du MTQ
- ◆ Du MTQ aux villes
- ◆ Conclusion

## ◆ Membre du conseil d'administration de Bitume Québec



TECHNO-BITUME  
BULLETIN TECHNIQUE  
PUBLIÉ PAR BITUME QUÉBEC

NUMERO  
**07**

### LES ENROBÉS TIÈDES: UNE APPROCHE ÉCOLOGIQUE

#### INTRODUCTION

Les enrobés tièdes ont été développés vers la fin des années '90 afin de mieux répondre aux objectifs de développement durable. Comparativement aux enrobés à chaud, la production d'enrobés tièdes diminue la consommation énergétique ainsi que les émissions de gaz à effet de serre.

La fabrication et la mise en œuvre d'enrobés tièdes impliquent des diminutions de température entre 30° à 60°C, selon les procédés utilisés. Les enrobés tièdes ont fait leur apparition en Amérique du Nord en 2004, et le tonnage augmente chaque année. Ce bulletin présente les avantages d'utiliser les enrobés tièdes, les principaux produits utilisés au Québec ainsi que les modalités de fabrication et de mise en œuvre.


#### 1) DÉFINITION

Les enrobés à chaud ont une température de production qui se situe généralement entre 140° et 170°C et une température de pose entre 135° et 160°C. Les enrobés tièdes ou « warm-mix » rencontrent toutes les spécifications des enrobés à chaud, mais sont produits et mis en œuvre à des températures inférieures de 30° à 60°C. Le choix des températures est principalement lié au grade de bitume utilisé et au procédé sélectionné. Le malaxage des enrobés tièdes à une température inférieure implique une réduction temporaire de la viscosité apparente du bitume, sans toutefois diminuer la qualité d'enrobage des granulats.

Deux approches globales permettent de produire les enrobés tièdes :

- **par moussage du bitume** grâce à l'ajout d'eau, avec ou sans additifs. Ce procédé s'effectue à la centrale d'enrobage ;
- **par l'ajout d'additifs** sans apport d'eau. Cette approche peut être effectuée au terminal du fournisseur de bitume<sup>1</sup> ou par l'entrepreneur lors de la production en centrale.

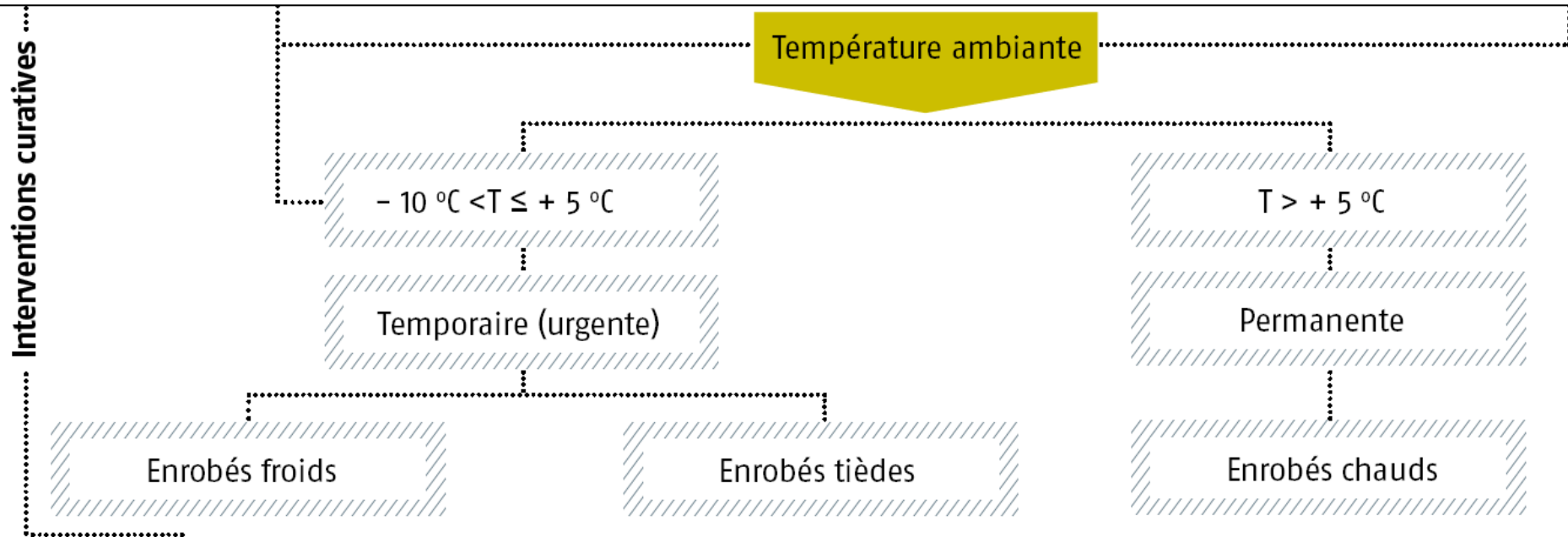
Pour ce qui est de l'utilisation par moussage du bitume, ce procédé nécessite qu'un doseur soit incorporé afin d'obtenir une distribution homogène dans l'enrobé.



<sup>1</sup> Les bitumes contenant déjà des additifs pour la fabrication des enrobés tièdes sont identifiés comme bitumes « T » ou « THRD ». Il est à noter qu'ils ont déjà été testés et rencontrent les spécifications de contrôle de qualité.



- ◆ Attention : dans le milieu municipal, trois appellations « tiède » cohabitent dans le contexte local du Québec (voir guide Nids-de-poule du CERIU)
  - Usage **curatif**
    - Enrobé tiède « flexible » avec délais allongés d'application manuelle



**Note :** Pour toutes les interventions, il est important d'avoir une mise en œuvre soignée dans des conditions appropriées.  
Aucune activité recommandée à des températures inférieures à - 10 °C.

**Sévérité :** Stade d'évolution d'une dégradation.

**Faible :** Correspond au stade initial de la dégradation.

**Moyenne :** Désigne une dégradation continue et facilement perceptible.

**Majeure :** Indique que la dégradation est accentuée et évidente.

\* Le terme « enrobé tiède » dans le contexte local des municipalités du Québec est différent de la terminologie « tiède ou warm-mix » couramment utilisé par le MTQ et dans le reste du monde pour désigner les enrobés à chaud dont la température d'enrobage a été réduite. Le terme « tiède » retenu dans cet ouvrage désigne un enrobé à usage municipal sur support fortement dégradé qui s'apparente à un enrobé à chaud dont l'ajout d'additifs permet de prolonger les délais de mise en œuvre malgré son refroidissement comparativement à l'enrobé à chaud. L'ajout d'additifs sélectionnés permet, notamment, un enrobage à plus basse température d'où son appellation « tiède ».



- Enrobé tiède « flexible » avec délais allongés d'application manuelle
  - Maniabilité et temps de conservation de 1 à 5 jours, mise en œuvre entre 40 et 90°C, compactage facilité





⚡ Attention : dans le milieu municipal, trois appellations « tiède » cohabitent dans le contexte local du Québec (voir guide Nids-de-poule du CERIU)

➤ Usage curatif

➤ Enrobé tiède « flexible » avec délais allongés d'application manuelle

➤ Usage **palliatif**

➤ Enrobé tiède « flexible » pour application mécanisée

- Enrobé tiède « flexible » pour application mécanisée
  - Pour limiter la remontée de fissures sur support fortement dégradé







- ◆ Attention : dans le milieu municipal, trois appellations « tiède » cohabitent dans le contexte local du Québec (voir guide Nids-de-poule du CERIU)
  - Usage curatif
    - Enrobé tiède « flexible » avec délais allongés d'application manuelle
  - Usage palliatif
    - Enrobé tiède « flexible » pour application mécanisée
  - Usage « **courant** » (comme un enrobé à chaud traditionnel)

- ◆ Idée de base : réduction de la température à qualité égale
  - Malaxage : 140 à 170°C (selon le grade)
  - Maniabilité et compaction : 110 à 140°C avec uniformité
  
- ◆ Diminution des nuisances (fumées, odeurs, gaz) pour les travailleurs et pour les riverains (aspect trop souvent négligé)
  - À la fabrication (usine près des zones habitées)
  - À la mise en œuvre (espace moins aérés, proximité des piétons...)
  
- ◆ Réduction de la consommation énergétique (énergie fossile non-renouvelable)
  - Limitation des GES
  
- ◆ Classification selon les températures de fabrication (malaxage)
  - Enrobés conventionnels (140 à 170°C)
  - **Enrobés tièdes (100 à 140°C\*)**

## ◆ Moussage du bitume

- 1,5% à 2,0% d'eau par rapport au bitume d'ajout

- Pour 40 à 50 kg de bitume par tonne d'enrobé = environ 0,8 à 1,0 kg d'eau par tonne d'enrobé

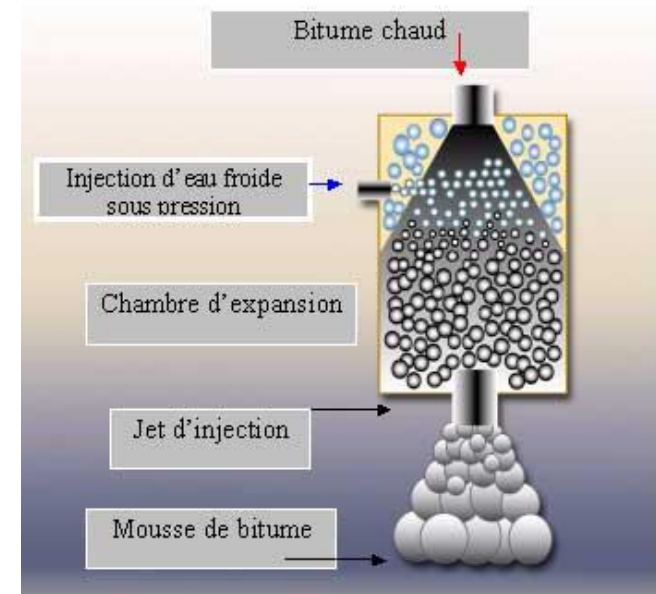
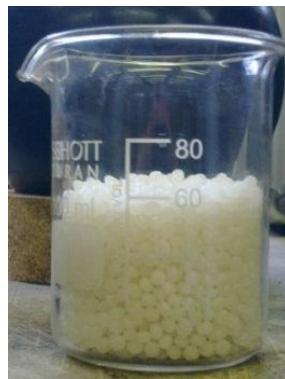
## ◆ Additifs chimiques (amines)

- Dope d'adhésivité (0,3 à 0,6% p/r bitume)



## ◆ Additifs organiques

- Cires



## ◆ Rôles de l'additif

- Abaisser la tension de surface granulats/bitume
  - Meilleur enrobage
- Abaisser la viscosité du bitume (et de l'enrobé)
  - Meilleur enrobage
  - Meilleure maniabilité
  - Meilleure compaction
- Améliorer l'adhésivité passive
  - Réduire le désenrobage

◆ Rôle de l'eau : effet de moussage du bitume qui réduit considérablement la viscosité pour faciliter l'enrobage

◆ C'est ce qui permet d'abaisser la température sans nuire à la qualité de l'enrobé



◆ 2005 : Début des enrobés tièdes au Québec

➤ Planche d'essai à la Ville de Montréal

◆ **INFRA 2005 : Informer sur cette nouvelle technologie disponible**

◆ 2006 : Début des enrobés tièdes au MTQ

◆ 2007 : Utilisation élargie du terme « tiède »

◆ 2008 : Première définition d'enrobé tiède

◆ 2008 : Premiers chantier d'envergure au MTQ

➤ Sous base volontaire des entrepreneurs

◆ 2008 : Premier devis « incitatif » en milieu municipal

➤ Ville de Gatineau

◆ 2010 : Premier devis « obligatoire » en milieu municipal

➤ Ville de Gatineau

◆ 2011 : Deuxième devis « incitatif » en milieu municipal

➤ Ville de Québec

◆ 2011 : Début de la confusion du terme « tiède »

◆ **INFRA 2011 : Informer sur le début de l'implantation dans les villes**

- ◆ 2012 : Premier devis-type du MTQ
- ◆ 2013 : Premier devis « incitatif » du MTQ avec encadrement
- ◆ 2013 : Première appellation bitume « T » (Tiède) dans la norme 4101 du MTQ
  - Réglementer la fourniture des bitumes additivés par les fournisseurs de bitume
- ◆ 2014 : Révision du devis-type et harmonisation des autres documents contractuels
- ◆ **INFRA 2014 : Informer sur la mise à jour de la normalisation et sur sa facilité de l'adapter au contexte des villes**

## ◆ Deux types de spécifications

- Bitume tiède «T» ou « THRD » (géré principalement par SA 4101 + Norme 4101)
  - Additif préadditivé par le fournisseur de bitume
    - Additif intégré lors de la fabrication du liant
    - Additif ajouté avant chargement dans la citerne de transport
  - Additif ajouté en centrale par le fabricant d'enrobés
  
- Enrobés tièdes (géré principalement par le devis-type)
  - Technique laissé au libre choix du fabricant d'enrobés
    - Additif préadditivé
    - Additif ajouté en centrale
    - Eau ajoutée en ligne en centrale
    - Eau + additif ajoutés en ligne en centrale



## ◆ Changements dans la norme 4101 du MTQ

### 3.1 Définitions

Les définitions suivantes s'appliquent à la présente norme.

#### **Bitume tiède (T)**

Bitume contenant un additif qui permet le malaxage et le compactage de l'enrobé à au moins 30 °C de moins que les températures optimales de malaxage et de compactage d'un enrobé à chaud fabriqué avec le même bitume sans cet additif.

### 3.2 Abréviations

Les abréviations suivantes s'appliquent à la présente norme :

#### **THRD**

Tiède à haute résistance au désenrobage.

## 5.1 Attestation de conformité

- la classe de performance du bitume suivie, s'il y a lieu, du suffixe HRD s'il s'agit d'un bitume à haute résistance au désenrobage, T s'il s'agit d'un bitume tiède ou THRD s'il s'agit d'un bitume tiède à haute résistance au désenrobage;
- les températures minimale et maximale de malaxage<sup>1</sup>.

---

1. Un intervalle de 14 °C est alloué pour le malaxage. Cet intervalle est déterminé en appliquant une tolérance de  $\pm 7$  °C sur la température optimale de malaxage correspondant à une viscosité de 0,17 Pa·s. Cette température est déterminée selon la méthode d'essai LC 25–007. Si ce calcul donne une température de malaxage supérieure à 170 °C, celle-ci est fixée à 170 °C et la température minimale est fixée à 156 °C. Pour le bitume destiné à la fabrication d'enrobé tiède, si le modèle basé sur la viscosité optimale ne peut être appliqué, les températures minimale et maximale de malaxage sont celles recommandées par le fournisseur selon sa propre méthodologie. Si un bitume destiné à la fabrication d'enrobé tiède peut aussi être utilisé pour la fabrication d'enrobé à chaud, les températures minimale et maximale de malaxage, déterminées selon le modèle basé sur la viscosité optimale, doivent également figurer sur l'attestation de conformité.

## 5.1 Attestation de conformité

L'échantillon utilisé pour ces essais doit être représentatif du produit livré aux centrales d'enrobage. Si un additif est ajouté au bitume lors du chargement dans les citernes de transport, la caractérisation du bitume doit être faite après l'ajout de l'additif et homogénéisation. Cette caractérisation peut être faite au préalable sur un échantillon de synthèse contenant les mêmes lots de constituants mélangés dans les mêmes proportions.

Si un additif est ajouté au bitume après sa livraison à la centrale d'enrobage, le fabricant d'enrobé devient le fabricant de bitume au sens de la présente norme. Par conséquent, le système qualité ISO de la centrale d'enrobage doit couvrir cette activité, notamment en ce qui a trait aux équipements, aux produits utilisés et aux modes d'incorporation de l'additif. De plus, le fabricant de bitume doit fournir une attestation de conformité du produit ainsi modifié.

# Spécifications du MTQ

## BITUME PG - ATTESTATION DE CONFORMITÉ (AASHTO M 320)

INFORMATIONS GÉNÉRALES		RECOMMANDATIONS - TEMPÉRATURE D'UTILISATION	
		Minimale	Maximale
		Entreposage	133 / 175
		Malaxage	156 / 170
Classe de bitume PG 70-28 THRD	Nom commercial PG 70-28 THRD	Malaxage tiède	126 / 147
N° de lot 147028THRD-09	Date de fabrication 03/11/2014		
ESSAIS DE CARACTÉRISATION			
Date des essais de caractérisation	06/11/2014	MSCR (AASHTO TP70)	
Masse volumique (g/cm <sup>3</sup> ), à 25°C, AASHTO T228	1.019	Recouvrance d'élasticité à 3,2 kPa, R3,2 (%) à 64°C	75.64
Masse volumique (g/cm <sup>3</sup> ), à 15°C, AASHTO T228	1.025	Complaisance non recouvrable à 3,2 kPa, Jnr3,2 (kPa-1) à 64°C	0.21
Viscosité Brookfield (Pa-s), à 135°C, AASHTO T 316	0.909	Complaisance non recouvrable différentielle, Jnr diff (%) à 64°C	11.8
Viscosité Brookfield (Pa-s), à 165°C, AASHTO T 316	0.254		
Stabilité au stockage (°C), LC 25-003	0.5		
TBA moyenne (°C)	58.5		
Recouvrance d'élasticité (%), à 10°C, LC 25-005	73		
Teneur en cendres (%)	0.12		
Variation de masse au RTFOT (%)	-0.564		
Température élevée de caractérisation Te(°C)	72.9		
Température basse de caractérisation Tb(°C)	-33.2		
Module de rigidité So (60) (MPa)	53.7		
Pente de mc (60)	0.455		
Enrobé résiduel (%) (LC25-009)	95		
ESSAIS DE CONTRÔLE			
Date des essais de contrôle	18/11/2014		
G'/sin (δ), bitume d'origine à 70 °C (kPa)	1.14	Peu importe les recommandations du fournisseur, L'entrepreneur doit respecter les documents contractuels.	
Température élevée de caractérisation Te(°C)	71.5		
Module de rigidité Sc (60) (MPa)	54.2		
Pente de mc (60)	0.459		
Recouvrance d'élasticité (%), à 10°C, LC 25-005	70		
REMARQUES			
Note 1 : Ce produit contient l'Evothem M1 comme un additif pour un bitume tiède; Note 2 : Selon la courbe de viscosité, la plage de température à chaud serait de 170-184 C et tiède de 140-154 C. Toutefois la norme MTQ limite les plages à 156-170 C pour l'installation à chaud et à 126-140 C pour les tièdes. La spécification SA4101 permet un maximum de 147C pour les tièdes. Nous recommandons donc une plage de 126-147C pour les enrobés tièdes. Note 3 : La plage suggérée des températures de compaction est entre 85 et 155 °C			
		Date	
		18/11/2014	


























# Spécifications du MTQ

INFORMATIONS GÉNÉRALES		RECOMMANDATIONS - TEMPÉRATURE D'UTILISATION		
		Minimale	Maximale	
		<b>Entreposage</b>	133	175
		<b>Malaxage</b>	156	170
<b>Classe de bitume</b> PG 70-28 THRD	<b>Nom commercial</b> PG 70-28 THRD			
<b>N° de lot</b> 147028THRD-09	<b>Date de fabrication</b> 03/11/2014	<b>Malaxage tiède</b>	126	147

## REMARQUES

- Note 1 : Ce produit contient l'Evotherm M1 comme un additif pour un bitume tiède;
- Note 2 : Selon la courbe de viscosité, la plage de température à chaud serait de 170-184 C et tiède de 140-154 C. Toutefois la norme MTQ limite les plages à 156-170 C pour l'installation à chaud et à 126-140 C pour les tièdes. La spécification SA4101 permet un maximum de 147C pour les tièdes. Nous recommandons donc une plage de 126-147C pour les enrobés tièdes.
- Note 3 : La plage suggérée des températures de compaction est entre 85 et 155 °C

[www.mtq.gouv.qc.ca/partenairesprives/entreprises-reseaux-routier/contrats/Pages/Documents-contractuels.aspx](http://www.mtq.gouv.qc.ca/partenairesprives/entreprises-reseaux-routier/contrats/Pages/Documents-contractuels.aspx)

- Petite signalisation Telespar  (S-003, 2002-07)
- Petite signalisation Ulti-mate  (S-004, 2013-04)
- Devis types
  - Application d'un produit adhésif pour la réalisation d'un joint froid 
  - Clause type relative à la circulation d'équipements de chantier pour le revêtement de chaussée en enrobé sur les structures 
  - Clause type relative à l'évaluation du collage d'une couche d'enrobé à sa couche sous-jacente 
  - Clause type relative à l'utilisation d'un véhicule de transfert de matériaux 
  - Correction de la surface en enrobé par planage 
  - Correction par planage fin de la surface en enrobé 
  - Évaluation de l'homogénéité de pose des enrobés préparés et posés à chaud 
  - Gestion de la circulation et signalisation des travaux 
  - Gestion du bruit 
  - Marquage de longue durée de type résine époxydique sur chaussée en enrobé 
  - Marquage de longue durée de type résine époxydique sur chaussée de béton 
  - Marquage de moyenne durée de type résine époxydique sur chaussée 
  - Marquage ponctuel 
  - Pose d'un géosynthétique au niveau de l'infrastructure de la chaussée 
  - Rapiécage mécanisé à l'enrobé 
  - Recyclage à froid du revêtement de chaussée en enrobé 
  - Retraitement en place de la chaussée avec un liant hydrocarboné 
  - Revêtement de chaussée en béton armé continu 
  - Revêtements de chaussée en enrobé 
  - Revêtement de chaussée en enrobé tiède 
  - Scellement de fissures d'un revêtement de chaussée en enrobé 

## Devis spécial

Note : La forme masculine utilisée dans ce formulaire désigne aussi bien les femmes que les hommes, lorsque le contexte s'y prête.

Unité administrative

Numéro de projet

Numéro de dossier

Numéro de document

120

Plans et devis d'ingénierie

Objet des travaux

**Revêtement de chaussée en enrobé tiède**

Localisation

Route	Tronçon	Section	Municipalité	C.E.P.	M.R.C.	Longueur

## ◆ Devis type

### 2.1 ENROBÉ TIÈDE

Procédé qui permet de produire un enrobé à des températures de malaxage et de compactage inférieures de 30 °C minimum par rapport à un enrobé à chaud fabriqué avec la même classe de performance (PG) de bitume. Les enrobés tièdes peuvent être produits par l'ajout d'additifs dans le bitume chez le fabricant de bitume, l'ajout d'additifs à la centrale d'enrobage ou par moussage de bitume avec de l'eau à la centrale d'enrobage.



## ◆ Devis type

### 4.2 BITUME

Les exigences du système qualité, de l'attestation de conformité, d'échantillonnage, d'essais et du recours pour le bitume de l'article 13.3.2.1 « Bitume » du CCDG doivent être respectées.

L'entrepreneur doit fournir une attestation de conformité du bitume avec additifs qui respecte les exigences de l'article 5.1 « Attestation de conformité » de la norme 4101 du Ministère. Les essais de caractérisation ou de contrôle peuvent être faits au préalable sur un échantillon de synthèse contenant les mêmes lots de constituants mélangés dans les mêmes proportions. Pour un bitume moussé avec de l'eau, l'entrepreneur n'est pas tenu de fournir une attestation de conformité du bitume moussé. Par contre, il doit fournir l'attestation de conformité du bitume avant qu'il subisse le moussage.

## ◆ Devis type

### 4.4 PRODUCTION

L'échantillonnage et les essais de contrôle doivent être réalisés conformément à l'article 13.3.2.2.2 b) « Contrôle de production par l'entrepreneur » du CCDG. Un échantillon d'enrobé doit être prélevé par l'entrepreneur lors de la production de chaque quantité de 300 tonnes d'enrobé fabriqué pour un même contrat, par une même centrale, selon la même formule finale d'enrobé. L'entrepreneur ou le fournisseur de bitume doit transmettre les instructions pour la caractérisation en laboratoire des échantillons afin de préciser les températures de malaxage des échantillons et autres informations pertinentes.

En cours de production, l'entrepreneur doit prélever aléatoirement un échantillon de bitume pour chaque quantité de 3000 tonnes d'enrobé (minimum d'un par contrat). L'entrepreneur doit prendre les dispositions nécessaires afin que l'échantillon prélevé soit représentatif du produit utilisé pour fabriquer l'enrobé. Cependant, dans le cas où l'additif est ajouté au bitume à la centrale d'enrobage, le robinet d'échantillonnage où les prélèvements de bitume sont effectués doit être situé en aval du système d'ajout automatisé d'additifs.

## 7.2 AJUSTEMENT DU PRIX DE L'ENROBÉ RELATIF À L'HOMOGENÉITÉ DE POSE

Un montant d'ajustement du prix de l'enrobé tiède est établi conformément au devis « Évaluation de l'homogénéité de pose des enrobés préparés et posés à chaud ». Les exigences concernant la température maximale inscrites aux articles 5.1 et 6.1 de ce devis sont applicables. Les exigences concernant la ségrégation thermique longitudinale inscrites aux articles 5.2 et 6.2 de ce devis sont applicables. Cependant, les exigences concernant la température minimale de l'article 5.1 « Homogénéité de la température » du devis « Évaluation de l'homogénéité de pose des enrobés préparés et posés à chaud » sont différentes pour les enrobés tièdes. Un lot est conforme lorsque la température, mesurée selon la procédure décrite à l'annexe B de ce devis, est d'au moins 90 °C. Le facteur d'ajustement ( $Fa_1$ ) selon la température minimale doit être déterminé avec le tableau suivant :

**Tableau 1 – Facteur d'ajustement ( $Fa_1$ ) pour le prix unitaire de l'enrobé selon la température minimale pour un enrobé tiède**

Température minimale (°C)	Facteur d'ajustement ( $Fa_1$ )
$T^{\circ}\text{min} \geq 90$	1,00
$80 \leq T^{\circ}\text{min} < 90$	0,95
$70 \leq T^{\circ}\text{min} < 80$	0,90
$60 \leq T^{\circ}\text{min} < 70$	0,80
$T^{\circ}\text{min} < 60$	0,50

Clause  
habituellement  
non-applicable  
en milieu urbain

- ◆ Bien que le devis-type du MTQ soit conçu par et pour le MTQ, le texte et les documents contractuels liés viennent combler l'absence de normalisation pour ces produits



## Réfection de chaussée 2011

**Appel d'offres  
2011 SP 079**

### 1.0 TRAVAUX DE PAVAGE

#### 1.1 PRODUITS

##### 1.1.1 Enrobé bitumineux

Le type de bitume ainsi que les caractéristiques intrinsèques et de fabrication sont conformes aux exigences du tableau suivant. Pour tout le projet, un enrobé tiède doit être utilisé. L'enrobé tiède doit respecter les mêmes normes et exigences du MTQ que les enrobés à chaud au niveau de l'orniérage, de la fissuration, de l'étanchéité des joints, du désenrobage et de l'arrachement.

L'Entrepreneur doit procéder aux essais d'orniérage et de désenrobage sur les mélanges d'enrobé tiède utilisés. Les résultats de ces essais doivent être conformes aux exigences du MTQ et doivent être transmis avec la formule de mélange au Laboratoire pour approbation. Le coût de ces essais doit être compris dans le prix de mise en place de l'enrobé.





Titre du projet  
PXX201XXXX  
Appel d'offres VQ-XXXXX

**Tableau XXIV – Classe de performance des bitumes**

Type d'enrobé	Classe de bitume
GB-20VQ, GB-20, EB-20, EB-10S, EB-10C, EB-14 et ESG-14	PG 58-34
ESG-10,	PG 64-34 HRD

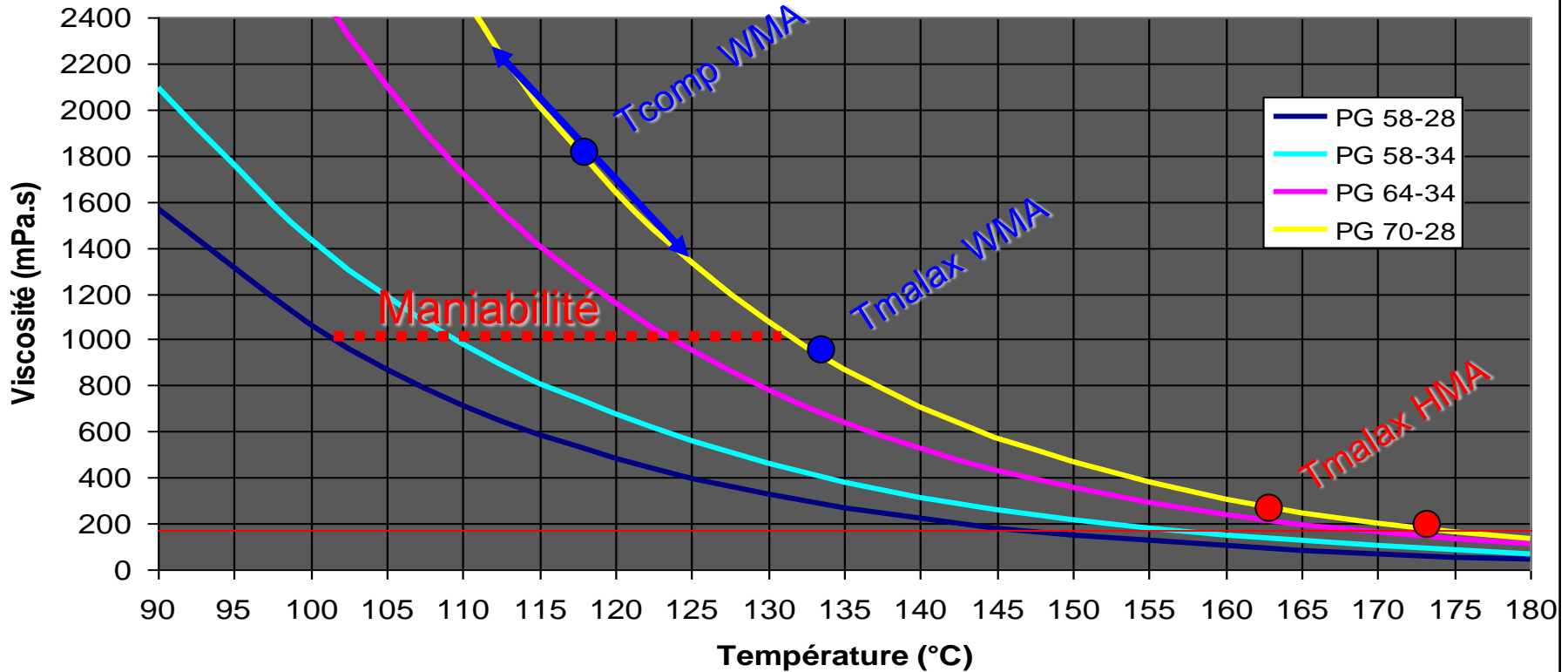
*Ajouter le paragraphe c) suivant à l'article 3.7.3.4.1 intitulé « Spécifications » :*

- c) L'Entrepreneur peut utiliser du bitume tiède (PG 58-34 T ou PG 64-34 THRD) en remplacement des bitumes spécifiés dans le tableau XXIV – Classe de performance des bitumes. Aucun ajustement du prix unitaire ne sera accepté.

- ❖ Le point du ratelage est souvent noté comme aspect négatif des enrobés tièdes (résistance... au changement)
  - S'adapter à la maniabilité
    - Finition autour des services
    - Finition aux joints, particulièrement au joint longitudinal



## Viscosité typique des bitumes selon la température



- ❖ Valider qu'il n'y ait pas de confusion dans le produit demandé selon le besoin réel
  - Usage curatif : enrobé tiède « flexible » avec délais allongés d'application manuelle
  - Usage palliatif : enrobé tiède « flexible » pour application mécanisée
  - Usage « courant » (comme un enrobé à chaud traditionnel)
  
- ❖ Normalisation maintenant encadrée (normes MTQ)
  
- ❖ Trois technologies possibles
  - Moussage du bitume à la centrale
  - Additifs préadditivés par le fournisseur de bitume
  - Additifs ajoutés et dosés à la centrale par le fabricant