



QUÉBEC  
5-11  
ÉMERGENCE

MINISTÈRE DES TRANSPORTS

# Sélection des bitumes basée sur l'essai MSCR

Village-relais

Gaétan Leclerc, M. Sc., chimiste  
24<sup>e</sup> Congrès INFRA, Québec  
20 novembre 2018

Québec

## Introduction

**Objectif général :** Concevoir des chaussées performantes et durables en faisant usage des meilleurs outils prévisionnels disponibles.

**Constat sur les bitumes :** L'essai actuel pour prévoir l'aptitude des bitumes à résister aux déformations permanentes est reconnu peu efficace notamment pour les bitumes polymères.

**Face à ce constat :** L'adoption de l'essai MSCR pour réduire les ornières de fluage sur le réseau devient impératif.

## Introduction...

Classification PEN-VIS vers Superpave PG H-L → Révolution  
 Classification PG H-L vers classification MSCR → Évolution

- Notion des températures extrêmes de service est conservée.
- Mêmes appareils.

3

## Bref historique

2001 : Rapport NCHRP #459 : Essais mal adaptés aux bitumes modifiés et propositions de nouveaux paramètres.

2007 : Norme provisoire sur l'essai MSCR (AASHTO TP70).

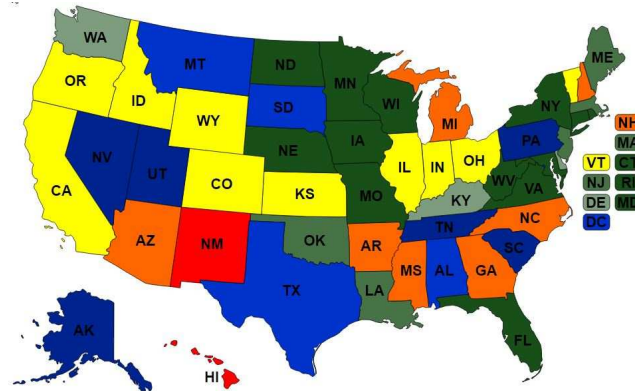
2008 : MTMDET présente ses premiers résultats sur l'essai MSCR.

2013 : Les fournisseurs de bitume doivent inscrire les résultats de l'essai MSCR sur les attestations de conformité des bitumes.

2014 : Création d'une table de travail avec l'industrie.

4

## Implantation du MSCR aux États-Unis



State Color Key					
<span style="color: green;">■</span>	Full Implementation	<span style="color: blue;">■</span>	Partial Implementation	<span style="color: yellow;">■</span>	Testing/Evaluation
<span style="color: darkgreen;">■</span>	Full Implementation Modified Grades Only	<span style="color: lightblue;">■</span>	Planned Partial Implementation (12 months)	<span style="color: red;">■</span>	No Activity
<span style="color: lightgreen;">■</span>	Planned Full Implementation (12 months)	<span style="color: orange;">■</span>	Considering Implementation (No Time Frame)		

5

(Source : www. Asphaltinstitute.org, décembre 2017)

 Transports  
 Québec

## Pourquoi changer le système de classification actuel?

L'essai MSCR a un meilleur pouvoir prédictif de la résistance aux déformations permanentes (ornières de fluage) que le paramètre  $G^*/\sin\delta$ .

L'essai MSCR permet de mieux évaluer la performance des bitumes modifiés par l'ajout de polymères.

L'essai MSCR est réalisé dans des conditions plus fidèles de la réalité :

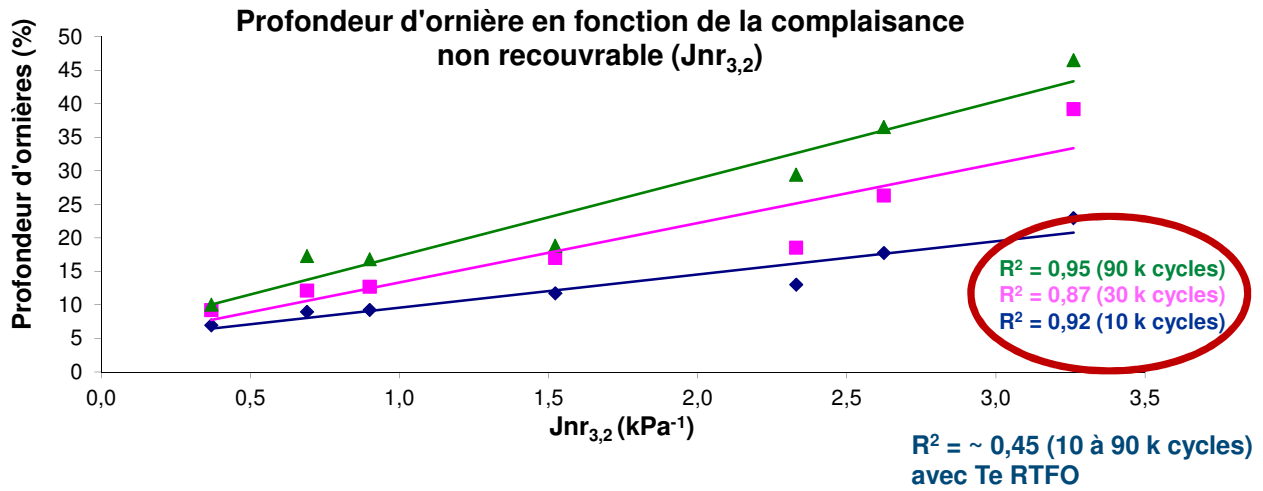
- À la température maximale possible en service (52°C, 58°C ou 64°C);
- Sur du bitume vieilli au RTFO (Rolling Thin-Film Oven) (vieillissement à court terme).

~~Grade bumping~~

6

 Transports  
 Québec

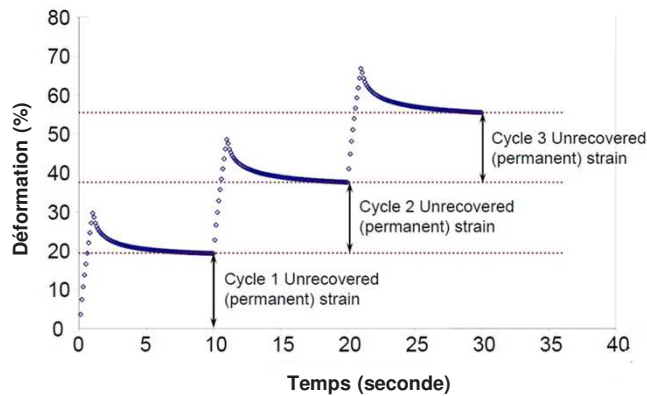
# Corrélation orniérage en laboratoire vs $Jnr_{3,2}$ (Formule ESG-10 en 2008)



7

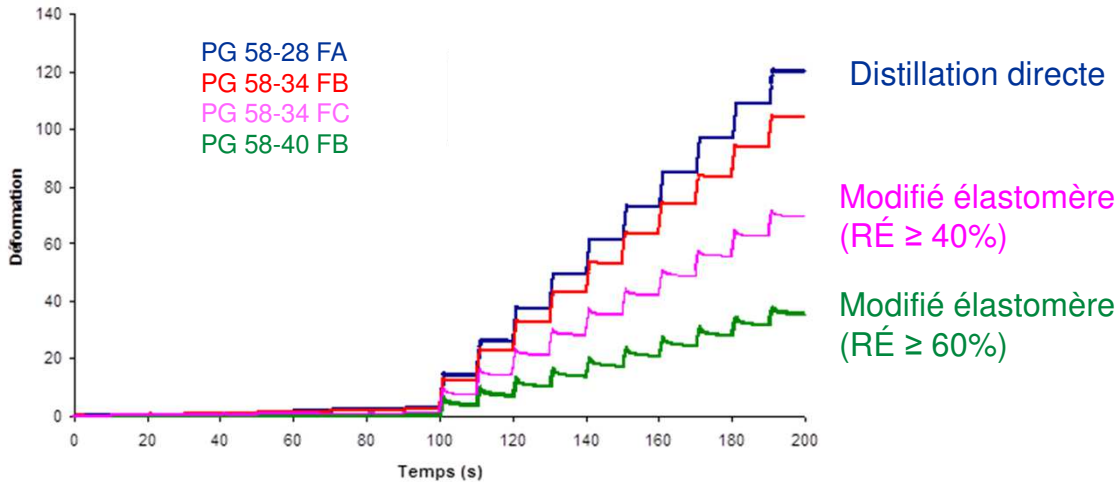
# Essai MSCR (Multiple Stress Creep Recovery)

Essai qui consiste à mesurer, à l'aide d'un rhéomètre à cisaillement dynamique (DSR), la déformation obtenue en soumettant le bitume à des périodes de contrainte et de relaxation successives.



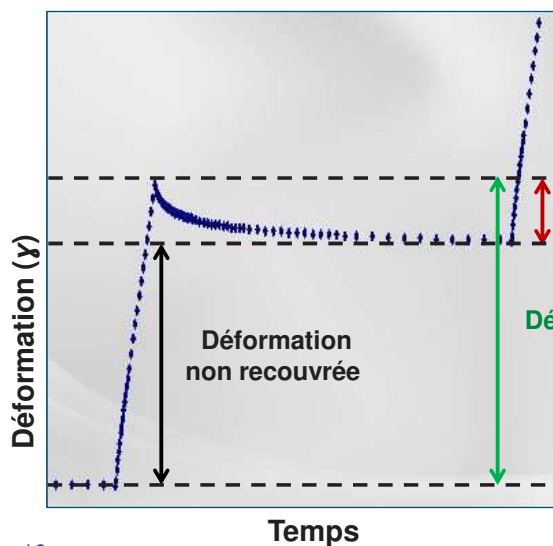
8

# Illustration de la différence de performance pour des PG 58-L (essais réalisés en 2008)



9

# Paramètres d'intérêts ( $Jnr_{3,2}$ , $R_{3,2}$ et $Jnr_{diff}$ )



$$R_{3,2} (\%) = \frac{\text{Déformation recouvrée}}{\text{Déformation totale}} \times 100$$

$$Jnr_{3,2} (\text{kPa}^{-1}) = \frac{\text{Déformation non recouvrée}}{\text{force appliquée}}$$

$$Jnr_{diff} (\%) = \frac{[Jnr_{3,2} - Jnr_{0,1}]}{Jnr_{0,1}} \times 100$$

10

## Système de classification AASHTO M332

Un niveau de résistance à la sollicitation du trafic (S, H, V ou E) est attribué à chaque classe de performance selon la valeur du paramètre  $Jnr_{3,2}$  (ex.: PG 58H-34).

Le paramètre  $R_{3,2}$  évalue l'efficacité du polymère présent dans la matrice bitume. L'exigence est en fonction de la valeur du paramètre  $Jnr_{3,2}$ .

Le paramètre  $Jnr_{diff}$  évalue la sensibilité aux contraintes.



11

Transports  
Québec

## Attribution des niveaux selon l'AASHTO M332

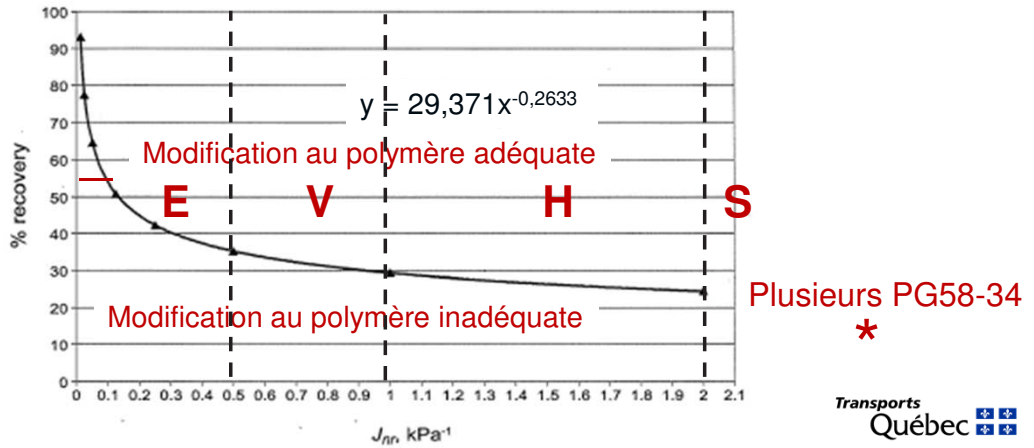
$Jnr_{3,2}$	Résistance à la sollicitation
$\leq 4,5$	Standard (S)
$\leq 2,0$	Forte (H)
$\leq 1,0$	Très forte (V)
$\leq 0,5$	Extrême (E)

12

Transports  
Québec

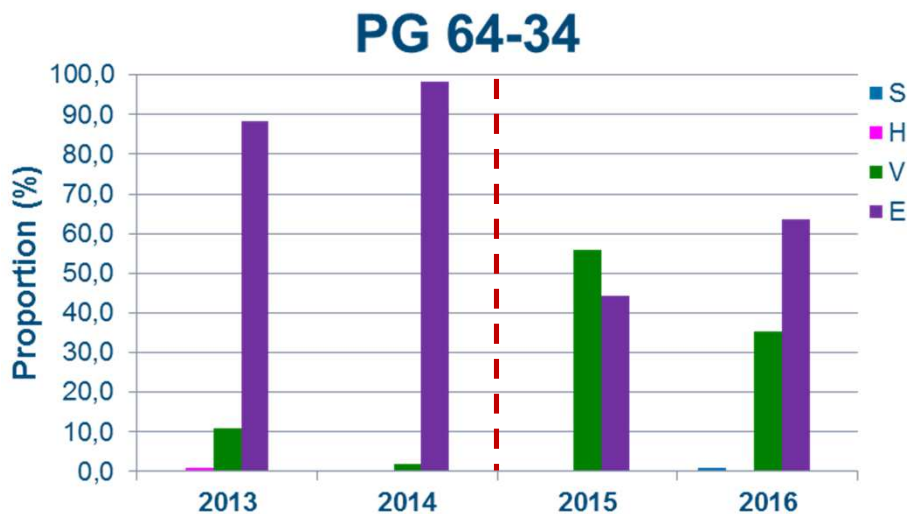
## Exigence de recouvrance d'élasticité (PG +)

Avec l'adoption de l'essai MSCR, la recouvrance d'élasticité dans un bain à ductilité est remplacée par la recouvrance élastique mesurée au DSR ( $R_{3,2}$  de l'essai MSCR).



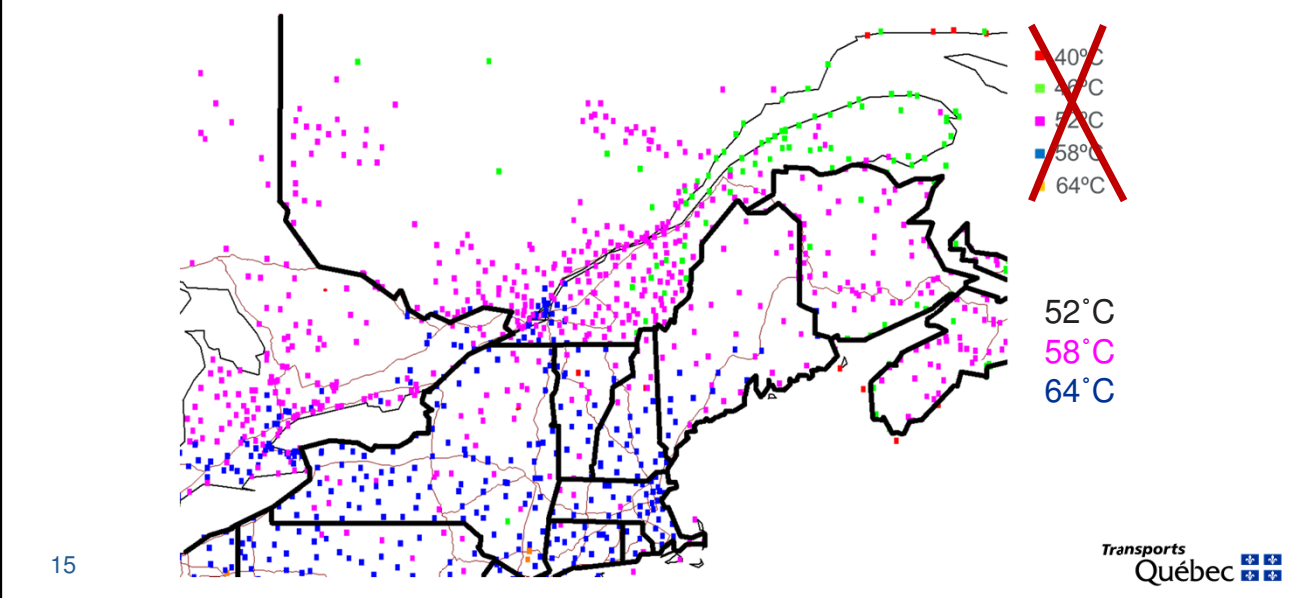
13

## Évolution de la classification des bitumes selon la norme AASHTO M332 (MSCR à 58°C)



14

# Températures hautes calculées selon LTPP Bind V3.1 avec un niveau de confiance de 98%



15

## Norme 4101 (extraits)

Paramètre	Classe de performance						Méthode d'essai
	1	2	3	4	5	6	
	PG 52n-34	PG 52n-40	PG 58n-28	PG 58n-34	PG 64n-28	PG 64n-34	
Bitume vieilli à court terme (RTFOT)							
Variation de masse <sup>(4)</sup>	< 1,00 %	< 1,00 %	< 1,00 %	< 1,00 %	< 0,80 %	< 0,80 %	AASHTO T240
MSCR à T °C	52 °C	52 °C	58 °C	58 °C	64 °C	64 °C	
Jnr <sub>3,2</sub>	n = S	≤ 4,50 kPa <sup>-1</sup>					AASHTO T350
	n = H	≤ 2,00 kPa <sup>-1</sup>					
	n = V	≤ 1,00 kPa <sup>-1</sup>					
	n = E	≤ 0,50 kPa <sup>-1</sup>					
Jnr <sub>da</sub> <sup>(5)</sup>	75 % max.						
R <sub>3,2</sub> <sup>(6)</sup>	≥ 29,371 Jnr <sub>3,2</sub> <sup>-0,263</sup>						

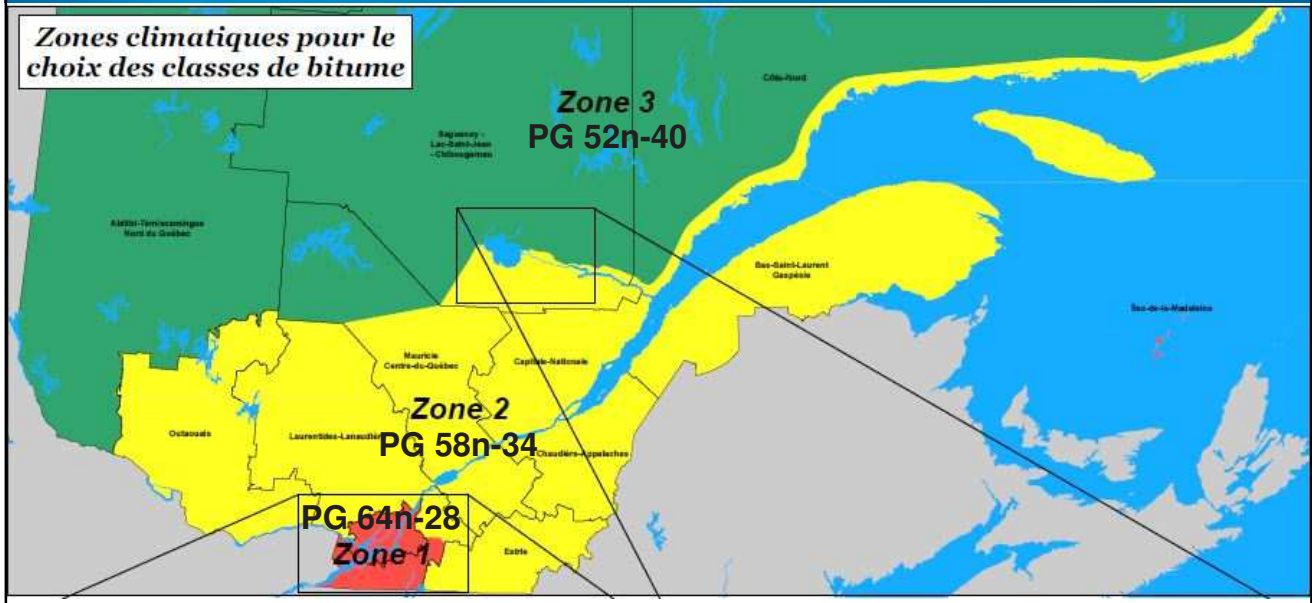
- 4. La variation en masse peut être positive (gain) ou négative (perte).
- 5. Cette exigence est non applicable aux bitumes PG HE-L.
- 6. Cette exigence est non applicable aux bitumes de niveau S (Jnr<sub>3,2</sub> > 2,00 kPa<sup>-1</sup>) et est limité à 55% minimum pour les bitumes ayant un Jnr<sub>3,2</sub> < 0,10 kPa<sup>-1</sup>.

**24 PG Hn-L possibles**

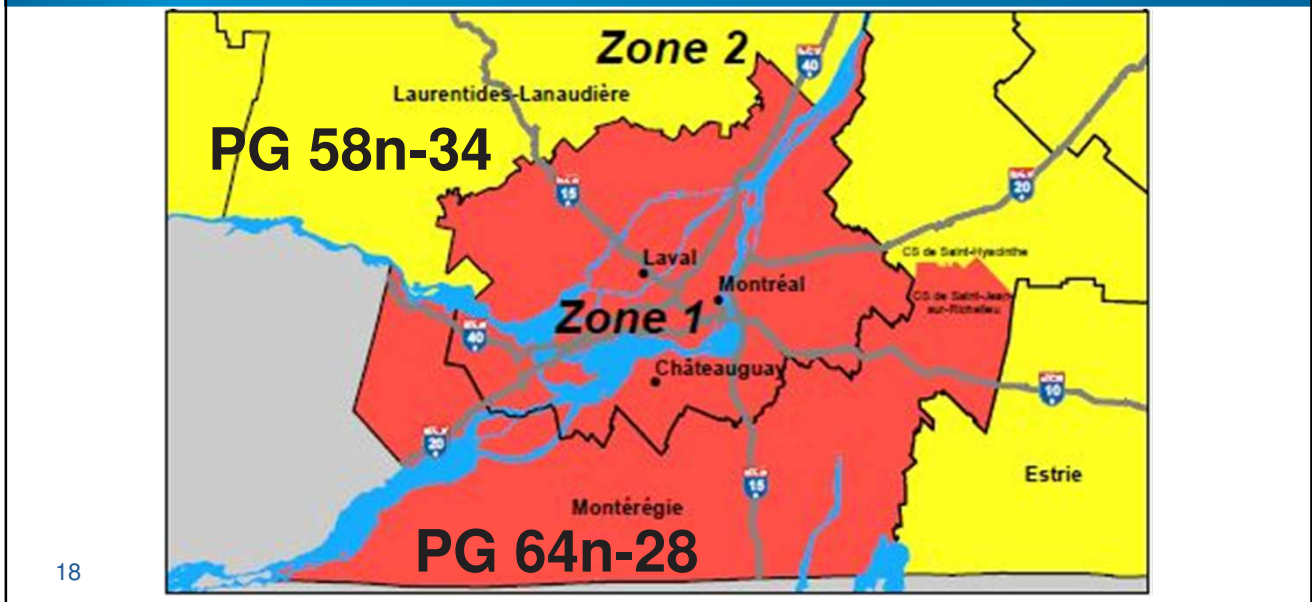
16



# Carte des zones climatiques (Province)



# Carte des zones climatiques (Province)



## CHOIX DES COMPOSANTS – ENROBÉS (norme 4202)

**ESG-10 • EG-10<sup>1</sup> • EGM-10 • ESG-14<sup>2</sup> • GB-20 • EC-10<sup>3</sup> • **MUN-10****

Recommandations pour construction neuve, reconstruction et resurfacement

Type de route	Débit de circulation		Couche de surface						Couche de base					
			Bitume			Catégorie gros granulats	Catégorie granulats fins	Essai exigé	Bitume			Catégorie gros granulats	Catégorie granulats fins	Essai exigé
	DJMA	ECAS annuel	Zone 1 PG	Zone 2 PG	Zone 3 PG				Zone 1 PG	Zone 2 PG	Zone 3 PG			
Autoroute	> 20 000	> 1 000 000	64E-28	58E-34	S.O.	1a	1	Ornièreur, CPP	64E-28	58E-34	S.O.	2c	1	Ornièreur
	< 20 000 > 5 000	< 1 000 000 > 500 000	64E-28	58E-34	S.O.	1a	1	Ornièreur, CPP	64H-28	58H-34	S.O.	3c	1	Ornièreur
	< 5 000	< 500 000	64E-28	58E-34	S.O.	2b	1	Ornièreur, CPP	64H-28	58H-34	S.O.	3c	2	Ornièreur
Nationale	> 20 000	> 500 000	64E-28	58E-34	52V-40 58H-34 <sup>4</sup>	1a	1	Ornièreur, CPP	64H-28	58H-34	52V-40	3c	1	Ornièreur
	< 20 000 > 5 000	< 500 000 > 300 000	64E-28	58E-34	52V-40 58H-34 <sup>4</sup>	2b	2	Ornièreur, CPP	64H-28	58H-34	52V-40	3c	2	Ornièreur
	< 5 000	< 300 000	64H-28	58H-34	52V-40 58H-34 <sup>4</sup>	3c	2		64H-28	58H-34	52V-40	3c	2	
Régionale et collectrice	> 20 000	> 300 000	64E-28	58E-34	52V-40 58H-34 <sup>4</sup>	2b	1	Ornièreur, CPP	64H-28	58H-34	52V-40	3c	2	Ornièreur
	< 20 000 > 5 000	< 300 000 > 150 000	64E-28	58E-34	52V-40 58H-34 <sup>4</sup>	3b	2	Ornièreur	64H-28	58H-34	52V-40	3c	2	Ornièreur
	< 5 000	< 150 000	64H-28 <sup>5</sup>	58H-34 58S-28 <sup>4</sup>	52V-40 58H-34 <sup>4</sup>	3c	2		58S-28	58H-34	52V-40	3c	2	

## Recommandations sur le choix des composants

Type de route	Débit de circulation		Couche de surface					
			Bitume			Catégorie gros granulats	Catégorie granulats fins	Essai exigé
	DJMA	ECAS annuel	Zone 1 PG	Zone 2 PG	Zone 3 PG			
Autoroute	> 20 000	> 1 000 000	64E-28	58E-34	S.O.	1a	1	Ornièreur, CPP
	< 20 000 > 5 000	< 1 000 000 > 500 000	64E-28	58E-34	S.O.	1a	1	Ornièreur, CPP
	< 5 000	< 500 000	64E-28	58E-34	S.O.	2b	1	Ornièreur, CPP
Nationale	> 20 000	> 500 000	64E-28	58E-34	52V-40 58H-34 <sup>4</sup>	1a	1	Ornièreur, CPP
	< 20 000 > 5 000	< 500 000 > 300 000	64E-28	58E-34	52V-40 58H-34 <sup>4</sup>	2b	2	Ornièreur, CPP
	< 5 000	< 300 000	64H-28	58H-34	52V-40 58H-34 <sup>4</sup>	3c	2	
Régionale et collectrice	> 20 000	> 300 000	64E-28	58E-34	52V-40 58H-34 <sup>4</sup>	2b	1	Ornièreur, CPP
	< 20 000 > 5 000	< 300 000 > 150 000	64E-28	58E-34	52V-40 58H-34 <sup>4</sup>	3b	2	Ornièreur
	< 5 000	< 150 000	64H-28 <sup>5</sup>	58H-34 58S-28 <sup>4</sup>	52V-40 58H-34 <sup>4</sup>	3c	2	

## Recommandations sur le choix des composants

Type de route	Débit de circulation		Couche de base					
	DJMA	ECAS annuel	Bitume			Catégorie gros granulats	Catégorie granulats fins	Essai exigé
			Zone 1 PG	Zone 2 PG	Zone 3 PG			
Autoroute	> 20 000	> 1 000 000	64E-28	58E-34	S.O.	2c	1	Ornièreur
	< 20 000 > 5 000	< 1 000 000 > 500 000	64H-28	58H-34	S.O.	3c	1	Ornièreur
	< 5 000	< 500 000	64H-28	58H-34	S.O.	3c	2	Ornièreur
Nationale	> 20 000	> 500 000	64H-28	58H-34	52V-40	3c	1	Ornièreur
	< 20 000 > 5 000	< 500 000 > 300 000	64H-28	58H-34	52V-40	3c	2	Ornièreur
	< 5 000	< 300 000	64H-28	58H-34	52V-40	3c	2	
Régionale et collectrice	> 20 000	> 300 000	64H-28	58H-34	52V-40	3c	2	Ornièreur
	< 20 000 > 5 000	< 300 000 > 150 000	64H-28	58H-34	52V-40	3c	2	Ornièreur
	< 5 000	< 150 000	58S-28	58H-34	52V-40	3c	2	

21

 Transports  
 Québec

## Évolution des classes de performance et classes retenues pour l'ajustement du prix du bitume

Zone climatique	Classe de performance actuelle	Classe de performance en vigueur en 2019	Classe de performance retenue pour l'ajustement du prix du bitume
2 1 et 2 <sup>R</sup>	PG 52-34 PG 58-28	PG 52S-34 PG 58S-28	PG 58S-28
2 et 3 <sup>R</sup> 1	PG 58-34 PG 64-28	PG 58H-34 PG 64H-28	PG 58H-34
3 2 1 2	PG 52-40 et PG 58-40 PG 64-34 PG 70-28 et PG 76-28 <sup>US</sup> PG 70-34 <sup>US</sup>	PG 52V-40 PG 58E-34 PG 64E-28 PG 64E-34	PG 58E-34

<sup>R</sup> : Resurfaçage

22

<sup>US</sup> : Usages spéciaux

## Bitumes pour usages spéciaux (Bitumes de remplacement aux PG 76-28 et PG 70-34)

### Des exigences supplémentaires devront être spécifiées dans le devis.

- « Le bitume doit satisfaire aux exigences du PG 64E-28 THRD (ou PG 64E-34 THRD) et montrer une valeur de  $Jnr_{3,2} \leq 0,15 \text{ kPa}^{-1}$ . La température de malaxage de l'enrobé fabriqué avec ce bitume doit se situer entre 156°C et 170°C. »

23

 Transports  
 Québec 

## Impact sur les guides (2), les méthodes LC (13) et les devis ou clauses types

- Modifier les bitumes PG H-L par les bitumes PG Hn-L de remplacement.
- Prévoir dès maintenant l'implantation en 2019 des bitumes PG Hn-L pour les contrats de deux ans et plus débutant en 2018.

**Pour les contrats déjà commencés qui se termineront en 2019 ou après, il faudra faire usage des bitumes PG Hn-L de remplacement car les bitumes PG H-L ne seront plus disponibles.**

24

 Transports  
 Québec 

## Impacts sur les inventaires à la fin de 2018

### Les entrepreneurs devront gérer les quantités de bitume dans leurs réservoirs à la fin de 2018 pour éviter les non-conformités en début de 2019.

- Connaître la quantité et les caractéristiques MSCR du bitume dans le réservoir. Les résultats de  $Jnr_{3,2}$ ,  $R_{3,2}$  et  $Jnr_{diff}$  sont inscrits sur les attestations de conformité à titre indicatif depuis 2013. Le MTMDET acceptera les attestations 2018 au printemps 2019.
- Pas de problème envisagé pour les PG 58-40 (52V-40) et PG 58-28 (58S-28).

25

## Conclusion

- Réduction des disparités de performance pour une même classe de performance (exemple : PG 58-34 → S, H ou V).
- Amélioration de la résistance des chaussées aux déformations permanentes et indirectement, selon plusieurs, de la résistance aux fissurations de retrait thermique.
- Le principe de 3 classes de bitume maximum par zone climatique est conservé.

26

- Les entrepreneurs et les fournisseurs de bitume devront travailler en étroite collaboration afin de limiter le nombre de non-conformités des bitumes en début d'année 2019.
- Le consensus observé pour cet essai et l'excellente collaboration de l'industrie dans ce dossier au cours des dernières années devraient mener à une transition harmonieuse vers le système de classification MSCR et à la construction de chaussées performantes et durables.

## Questions ou commentaires?

Revue Via Bitume. Vol. 13, No 2, juillet 2018 pages 8 à 12.

# Merci!