

MINISTÈRE DES TRANSPORTS, DE LA MOBILITÉ DURABLE  
ET DE L'ÉLECTRIFICATION DES TRANSPORTS

# Enrobés en développement pour la norme 4202 et autres nouveautés

Colloque AQTr - Point de mire sur les travaux de la DLC  
Hôtel Delta - Trois-Rivières - 13 décembre 2016

**Louise Boutin, ing. Chargée de projet Secteur enrobés,**  
**& Michel Paradis, ing. M.Sc. Responsable Secteur enrobés**

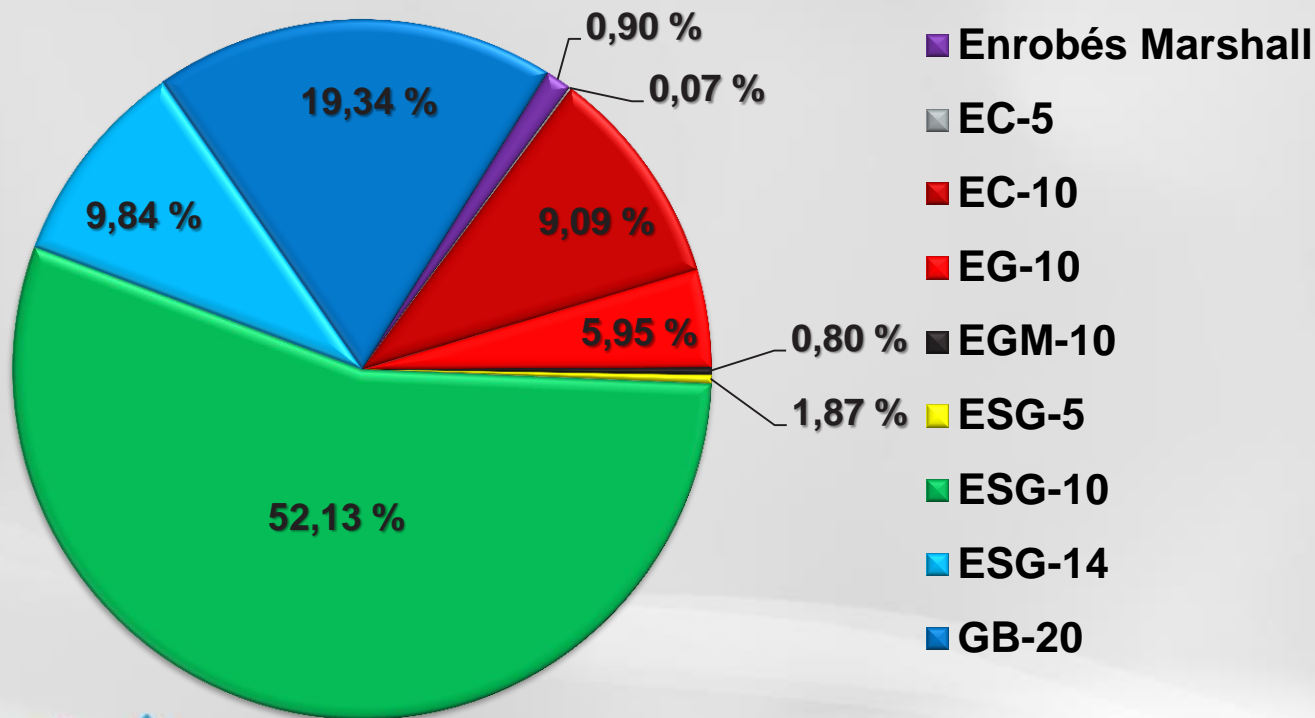
**Service des matériaux d'infrastructures**  
**Direction du laboratoire des chaussées**

# Plan de la présentation

- Statistiques et quelques rappels.
- Formulation en laboratoire et normalisation de mélanges d'enrobé:
  - Enrobés pour couche de surface;
  - Enrobés pour couche de base;
  - Enrobés pour correction;
  - **Enrobés en développement: EG-5, SMA-10 et MUN-10**
- Formulation en laboratoire et normalisation d'enrobés favorisant le développement durable:
  - Granulats bitumineux recyclés (GBR)
  - Bardeau d'asphalte (BPF et BPC)
- En résumé!

# Quelques statistiques 2015...

**MTMDET: 3 110 712 tonnes**



# Nomenclature actuelle des enrobés

- **Enrobés grenus (EG)**  
EG-10, EGM-10
- **Enrobés semi-grenus (ESG)**  
ESG-10, ESG-14, ESG-5
- **Enrobés de correction (EC)**  
EC-10, EC-5
- **Enrobé à matrice de pierre**  
**SMA-10**
- **Enrobés pour couche de base**  
GB-20

## ENROBÉS EN DÉVELOPPEMENT

**SMA-10, EG-5 et MUN-10**

Norme 4202

# Norme 4202 - Exigences

Tableau 4202-1  
Caractéristiques des enrobés à chaud formulés selon la méthode de formulation du Laboratoire des chaussées

Type d'enrobé	GB-20	ESG-14	ESG-10	EG-10	EC-10	SMA-10	ESG-5	EGM-10	EC-5	Méthode d'essai
Usages	Couche de base	Couche unique, couche de surface ou couche de base	Couche de surface	Couche de surface	Couche de correction	Couche de surface	Couche antifissure	Couche de surface (intervention palliative)	Rapiéçage manuel ou couche de correction	
Nombre minimal de classes granulaires distinctes à utiliser <sup>(1)</sup>	3	3	2	2	2	2	2	2	1	
Tamis	(% passant)									
Fuséau granulométrique	28 mm	100								
	20 mm	95-100	100							
	14 mm	67-90	95-100	100	100	100	100	100		
	10 mm	52-75	70-90	92-100	90-100	94-100	90-100	90-100	100	
	5 mm	35-50	40-80	52-65	40-48	66-78	25-35	85-100	35-45	90-100
	2,5 mm	—	—	—	—	45-65	min. 18	50-70	min. 20	65-90
Zone de restrictions <sup>(2)</sup>	80 µm	4,0-8,0	3,0-8,0	4,0-10,0	4,0-10,0	4,0-10,0	8,0-11,0	4,0-12,0	5,0-11,0	4,0-12,0
	2,5 mm <sup>(3)</sup>	—	39,2	46,1	46,1	—	—	—	—	—
	1,25 mm <sup>(4)</sup>	—	25,7-31,7	30,7-36,7	30,7-36,7	—	—	—	—	—
	630 µm <sup>(5)</sup>	—	19,1-23,1	22,8-26,8	22,8-26,8	—	—	—	—	—
	315 µm <sup>(6)</sup>	—	15,4	18,1	18,1	—	—	—	—	—
Pourcentage de fibres (%) <sup>(7)</sup>						en révision				
V <sub>be</sub> (%) <sup>(8)</sup>	10,2	11,4	12,2	12,4	12,6	en révision	14,0	11,3	13,3	
Vides à 10 girations (%)	≥ 11,0	≥ 11,0	≥ 11,0	≥ 11,0	≥ 11,0	en révision	(6 g) ≥ 11,0	≥ 11,0	≥ 11,0	LC 26-003
Vides à 80 girations (%)		—	4,0-7,0	4,0-7,0	4,0-7,0	en révision	(50 g) 4,0-7,0	4,0-7,0	4,0-7,0	LC 26-003
Vides à 100 girations (%)		4,0-7,0	—	—	—	en révision		—	—	LC 26-003
Vides à 120 girations (%)	4,0-7,0					en révision		—	—	
Vides à 200 girations (%) <sup>(9)</sup>	≥ 2,0	≥ 2,0	≥ 2,0	≥ 2,0	≥ 2,0	en révision	(75 g) ≥ 2,0	≥ 2,0	≥ 2,0	LC 26-003
Compacité (% min.)	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	LC 26-320
Résistance à l'ornièrage sur plaques de 100 mm à 52, 58 ou 60 °C (selon la classe de bitume) à 30 000 cycles (% max. de déformation) <sup>(10, 11)</sup>	10,0	10,0	—	—	—	—	—	—	—	
Résistance à l'ornièrage sur plaques de 50 mm à 52, 58 ou 60 °C (selon la classe de bitume) à 1000 cycles à 3000 cycles (% max. de déformation) <sup>(10, 12)</sup>	—	—	10,0 15,0	10,0 15,0	10,0 20,0	— 10,0	—	— 15,0	—	
Tenue à feu (% min.) <sup>(13)</sup>	70	70	70	—	70	70	70	70	—	LC 26-001



# Évolution des enrobés au Québec

	1985-1993	1994-1997	1997-2007	2008 -
Couche de base	MB 2 et MB 3	MB-16 et MB-20	EB-20 et GB- 20	<b>GB-20</b>
Couche de surface	MB 4 à MB 7	MB-12,5	EB-10S, ESG-10 et EG-10	<b>ESG-10 et EG-10</b>
Couche unique	MB 3	MB-16	EB-14 et ESG-14	<b>ESG-14</b>
Couche de correction	MB 7	MB-10	EB-10C et EC-10	<b>EC-10</b>
Intervention palliative	-	-	EB-10C et EC-10	<b>EGM-10</b>

# Formulation en laboratoire et normalisation de mélanges d'enrobés

- Enrobés usuels (rappel)

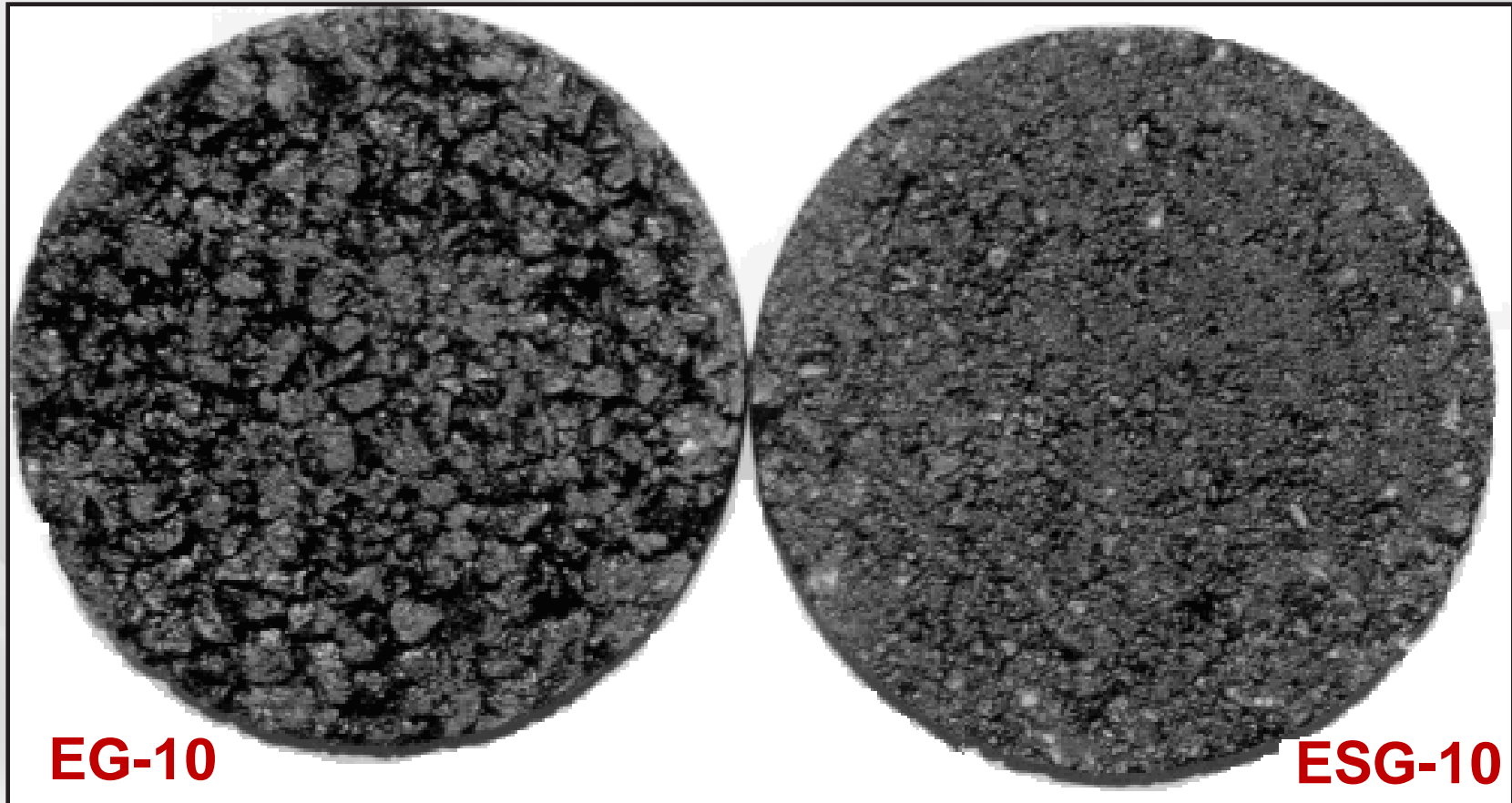


# Enrobés de surface : EG-10 vs ESG-10

	<b>EG-10</b>	<b>ESG-10</b>
<b>Usage</b>	Surface	Surface
<b>Teneur en bitume</b>	5,4 à 5,9 %	5,2 à 5,7 %
<b>Macrotexture</b>	Excellente	Très bonne
<b>Confort au roulement</b>	Bon	Très bon
<b>Classe de bitume</b>	PG 64-34 ou PG 70-28	Toutes



# Enrobés de surface : EG-10 vs ESG-10



# Enrobés de base : ESG-14 vs GB-20

	<b>ESG-14</b>	<b>GB-20</b>
<b>Usage</b>	Couche unique Couche de base	Couche de base
<b>Teneur en bitume</b>	4,2 à 4,8 %	3,8 à 4,6 %
<b>Maniabilité</b>	Maniable	Peu maniable
<b>Épaisseur min.</b>	60 mm	80 mm
<b>Capacité de support</b>	Très bonne	Excellente

# Enrobés de base : ESG-14 vs GB-20



# Enrobés de correction : EC-5 vs EC-10



Les enrobés de correction ne sont pas des enrobés de couche de roulement!

# Formulation en laboratoire et normalisation de mélanges d'enrobé

- Enrobés en développement

# Enrobé de surface : EG-5

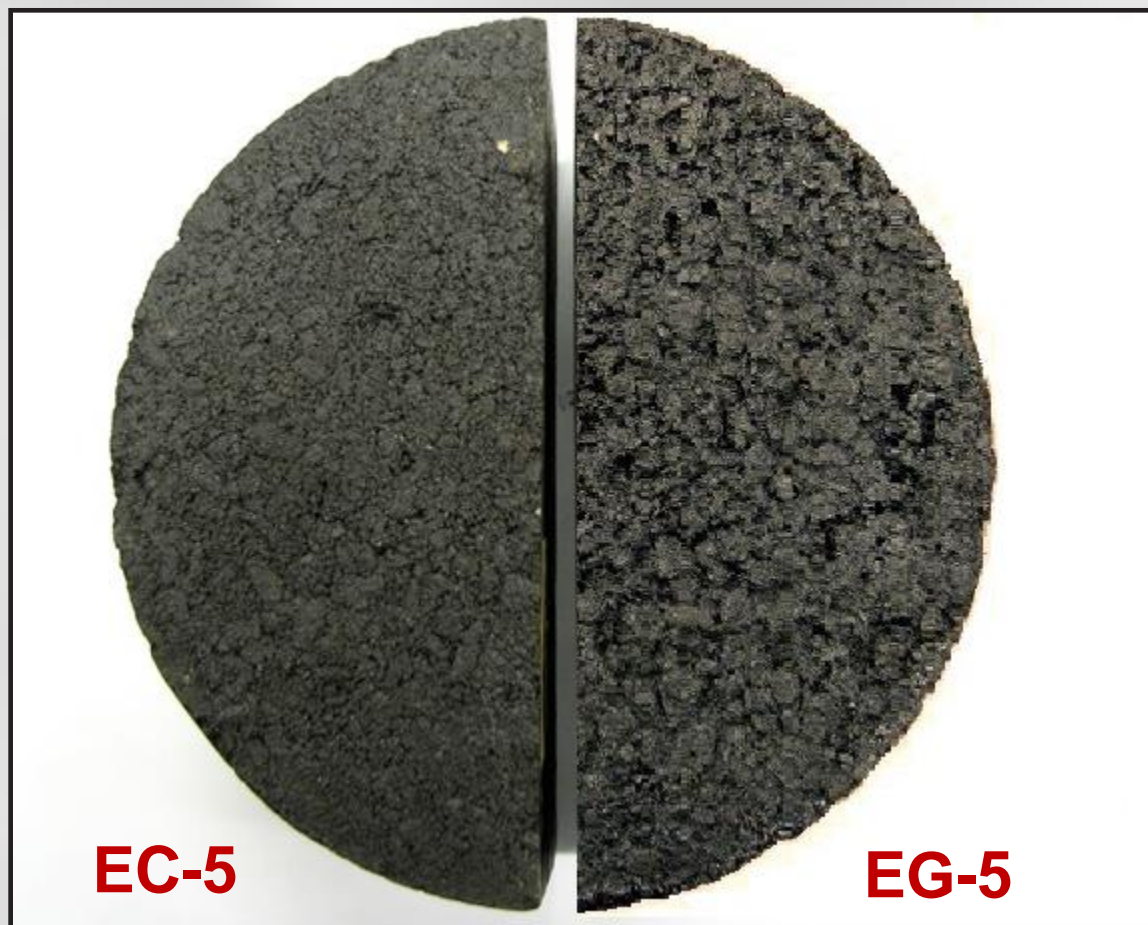
Usage	Intervention préventive Couche mince de surface: endroits où la charge morte est limitée (ex: structure)
Nombre minimal de classes granulaires distinctes à utiliser	2 <sup>(1)</sup>
<b>Tamis</b>	
14 mm	100
10 mm	100
5 mm	80-100
2,5 mm	35-50
80 µm	6-12
<b>Classe de bitume</b>	<b>PG 64-34, PG 70-28</b>
<b>Vbe (%)</b>	<b>14,3</b>
<b>Vides à 10 girations</b>	<b>≥11,0</b>
<b>Vides à 60 girations</b>	<b>4,0–7,0</b>
<b>Vides à 200 girations</b>	<b>≥2,0</b>
<b>Compacité (% minimal)</b>	<b>93</b>

**Note:**

(1) Les classes granulaires 0/2,5 et 2,5/5 devraient être utilisées.



# Enrobé surface: EC-5 vs EG-5





# EG-5 : Planche 1

Pont Île-d'Orléans - août 2014



Environ 342 tonnes!



# Enrobé à matrice de pierres : SMA-10

<b>Usage</b>	<b>Couche de surface sur route à fort débit (bon enrobé anti-bruit)</b>
Nombre minimal de classes granulaires distinctes à utiliser	2
<b>Tamis</b>	
14 mm	100
10 mm	90-100
5 mm	25-35
2,5 mm	Min. 18
80 µm	8,0 - 11,0
<b>Classe de bitume</b>	<b>PG 64-34, PG 70-28</b>
<b>Vbe (%)</b>	<b>13,8 et 14,8</b>
<b>Proportion de fibre de cellulose</b>	<b>Entre 0,3 et 0,75</b>
<b>Vides à 10 girations</b>	<b>≥11,0</b>
<b>Vides à 80 girations</b>	<b>4,0–7,0</b>
<b>Vides à 200 girations</b>	<b>≥2,0</b>
<b>Compacité (% minimal)</b>	93

# Enrobé surface: SMA-10





# SMA-10 - fibres cellulose: Planche 1

Route 359, St-Narcisse (Québec) - juin 2016

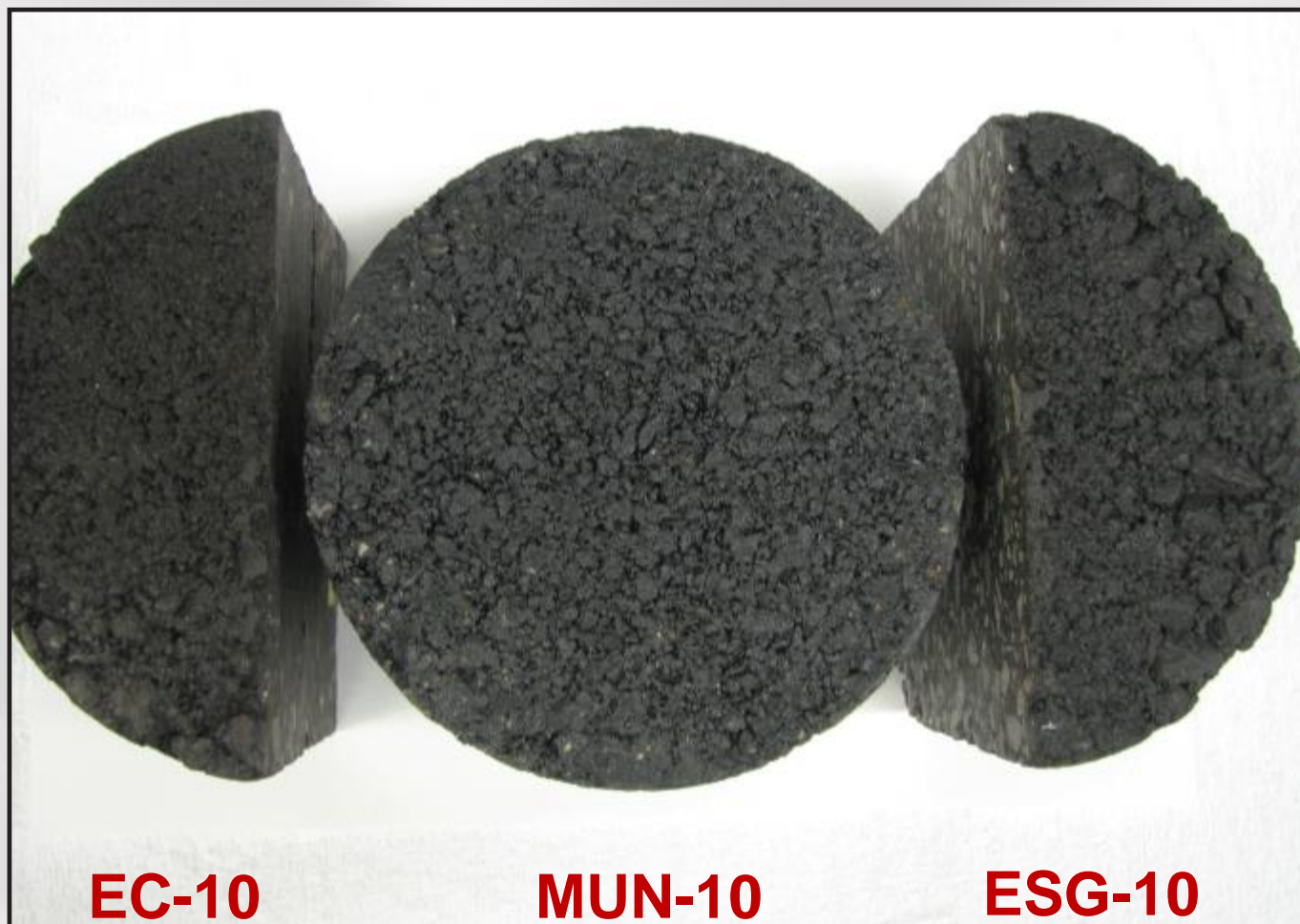


Environ 1 050 tonnes!

# Enrobé municipal : MUN-10

<b>Usage</b>	<b>Rues résidentielles et pistes cyclables (DJMA ≤ 2000)</b>
<b>Nombre minimal de classes granulaires distinctes à utiliser</b>	2
<b>Tamis</b>	
14 mm	100
10 mm	95-100
5 mm	70-85
2,5 mm	50-65
80 µm	4-10
<b>Classe de bitume</b>	Toutes les classes
<b>Vbe (%)</b>	13,3
<b>Vides à 10 girations</b>	≥11,0
<b>Vides à 80 girations</b>	4,0–7,0
<b>Vides à 200 girations</b>	≥2,0
<b>Compacité (% minimal)</b>	93

# Enrobé municipal : MUN-10





# MUN-10 : Planche 1

Rue d'Amours (Québec) - juillet 2015



Environ 1 050 tonnes!



# MUN-10 : Planche 2

Boulevard Haway (Québec) - septembre 2015



Environ 750 tonnes!

# MUN-10 : Planche 3

Rue Calais (Québec) - octobre 2015



Environ 800 tonnes!



# MUN-10 : Planche 4

60<sup>e</sup> Rue (Québec) - octobre 2016



Environ 80 tonnes!

# Formulation en laboratoire et normalisation d'enrobés qui touchent le développement durable

- Enrobé avec GBR
- Enrobé avec bardeau

# Produits proposés au fil des années...

- Poils de cochons
- Plumes de poules
- Chanvre de Manille
- Morceaux de béton
- Morceaux de pneus
- Élastiques
- Verre recyclé
- Et bien d'autres...



# Utilisation des matériaux recyclés? Oui mais...

## Règle de base pour le MTMDET

Comportement d'un enrobé **avec** matériaux recyclés

**≥**

Comportement d'un enrobé **sans** matériaux recyclés

(Fissuration, orniérage, désenrobage, arrachement)

# Utilisation des matériaux recyclés au fil des ans

Ajouts	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Scorie d'acier	8 943	-	-	-	718	4 082
Bardeau d'asphalte	68 116	41 454	81 033	70 821	88 621	49 360
Granulats bitumineux recyclés	1 268 315	1 770 138	1 910 646	1 899 146	2 035 576	897 005
Enrobé tiède	46 012	94 171	311 495	482 529	736 461	2 214 097

En tonnes d'enrobés!



# Utilisation du recyclé (GBR)

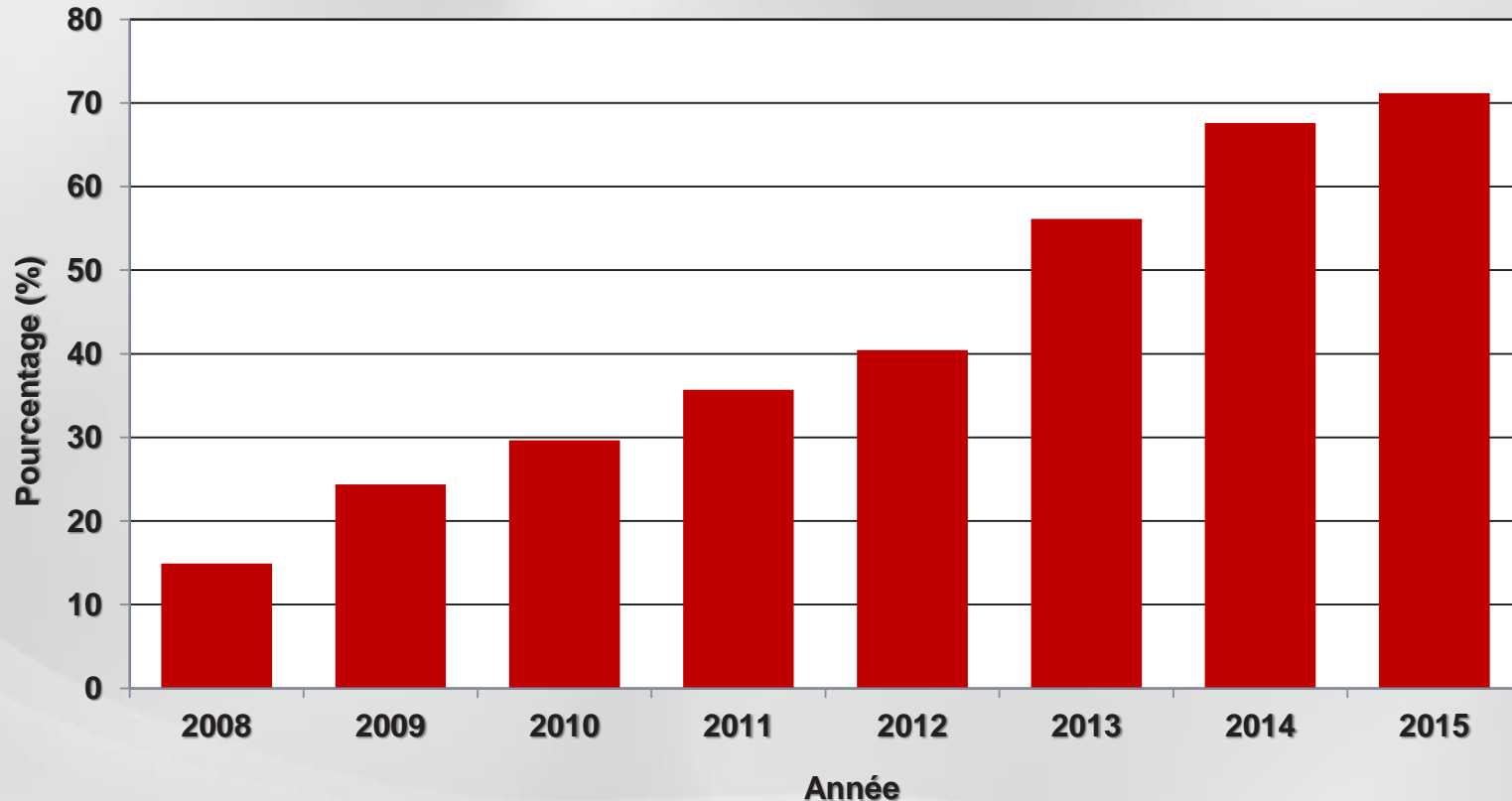
Les pourcentages permis sont de **20 % (usage général) et de 10% sur les couches de roulement des autoroutes** (CCDG article 13.3.2.2.2 – en 2017 Norme 4202).

## Pourquoi utiliser le GBR?

- Les études en laboratoire, les suivis de comportement (projets pilotes sur autoroutes) et la revue de littérature démontrent le bon comportement des enrobés avec GBR;
- Aucun compromis sur le comportement de l'enrobé sinon le MTMDET ne mettrait pas de GBR;
- Recyclage et économie de bitume!

# Utilisation du GBR par le MTMDET

Progression de la proportion de GBR contenu dans les enrobés



2008 : 15,3 % → 2015 : 71,2 %

# Bonne caractérisation du GBR pour la teneur en bitume : essentiel!



Sans GBR



Avec GBR

Avec GBR

**Enrobé « sec » : fissuration + importante et arrachement**

# Enrobés avec bardeaux: Quels sont les intérêts?

## Intérêts environnementaux

- Les granulats et le bitume contenus dans le bardeau sont tous des composants de l'enrobé. Il est donc avantageux de les recycler;
- Moins de matériaux prennent la direction des sites d'enfouissement;
- L'utilisation et le recyclage du bardeau s'intègre dans la politique gouvernementale de développement durable (récupération et valorisation des rejets).

## Intérêts économiques

- Économie de bitume.



# Types de bardeau d'asphalte



## Bardeau post-fabrication (BPF)

- Plus uniforme dans sa composition;
- Bitume plus mou et plus facile d'utilisation dans les enrobés.



## Bardeau post-consommation (BPC)

- Contaminé avec des clous, du bois et autres matières nuisibles;
- Bitume plus dur et plus oxydé.

# Bardeau post-consommation (BPC)



- Toiture des résidences;
- Exposé aux intempéries pendant 20 à 30 ans;
- Bitume durci et oxydé;
- Bardeau dégradé.

# Bardeau post-fabrication (BPF)

Critères	Enrobés de surface	Enrobés de base
% autorisé dans l'enrobé	≤ 3,0 %	≤ 5,0 %
Dimension du bardeau	≤ 10 mm	≤ 10 mm
Ajustement de la teneur en bitume par rapport à la teneur initiale	≤ 0,24 %	≤ 0,40 %
Conditions de circulation	DJMA < 10 000 Non autorisé sur les autoroutes	Aucune restriction

**En usage libre**  
**au MTMDET**



Bitume mobilisable ≤ 40 %



# Bardeau post-consommation (BPC)

Critères	Enrobés de surface	Enrobés de base
% autorisé dans l'enrobé	$\leq 3,0 \%$	$\leq 5,0 \%$
Dimension du bardeau	$\leq 10 \text{ mm}$	$\leq 10 \text{ mm}$
Ajustement de la teneur en bitume par rapport à la teneur initiale	$\leq 0,15 \%$	$\leq 0,25 \%$
Conditions de circulation	DJMA < 10 000 Non autorisé sur les autoroutes	Aucune restriction

**En usage libre**  
**au MTMDET**  
**depuis 2016**



Bitume mobilisable  $\leq 25 \%$

# En résumé!

- De nouveaux enrobés sont constamment en développement au point de vue de la formulation:
  - Que ce soit pour répondre à certains besoins particuliers;
  - Que ce soit par souci du développement durable.
- Le **MUN-10**, le **EG-5** et le **SMA-10** devraient apparaître au cours des prochaines années à la norme 4202.
- Il est toujours important d'effectuer un suivi de quelques années par des planches expérimentales, avant la normalisation afin de s'assurer d'un bon comportement à long terme de tout nouveau produit.

# En résumé!

- Le Ministère est soucieux du développement durable en ce qui concerne la fabrication des enrobés.
- Plus de 71,2 % des enrobés du MTMDET contiennent du GBR (teneur moyenne de GBR 16,7 %).
- Il est impératif de bien caractériser le GBR, le BPF et le BPC (**teneur en bitume**) pour éviter d'avoir un enrobé trop sec (fissuration, désenrobage et arrachement).
- L'utilisation du BPC est permise en 2016 avec un bitume mobilisable de 25 % et selon les critères d'utilisation prescrits dans le CCDG et la 4202.



# Questions?

**Merci aux différents collaborateurs!**