

MINISTÈRE DES TRANSPORTS

Les enrobés du MTQ et leurs usages en milieu municipal

Michel Paradis, ing. M.Sc.

Service des matériaux d'infrastructures
Direction du laboratoire des chaussées

Congrès infra 2015 – CERIU

1^{er} décembre 2015

Plan de la présentation

- Quelques définitions
- Les enrobés du MTQ
 - Enrobés pour couche de surface
 - ESG-10 et EG-10
 - Enrobés pour couche de base
 - GB-20 et ESG-14
 - Enrobés pour correction
 - EC-10 et EC-5
 - Enrobé municipal
 - MUN-10
- Le choix des bitumes
- Matériaux recyclés et recyclables
- En résumé!

Définition : enrobé et bitume

Enrobé : ~ 95% de granulats + ~ 5% de bitume

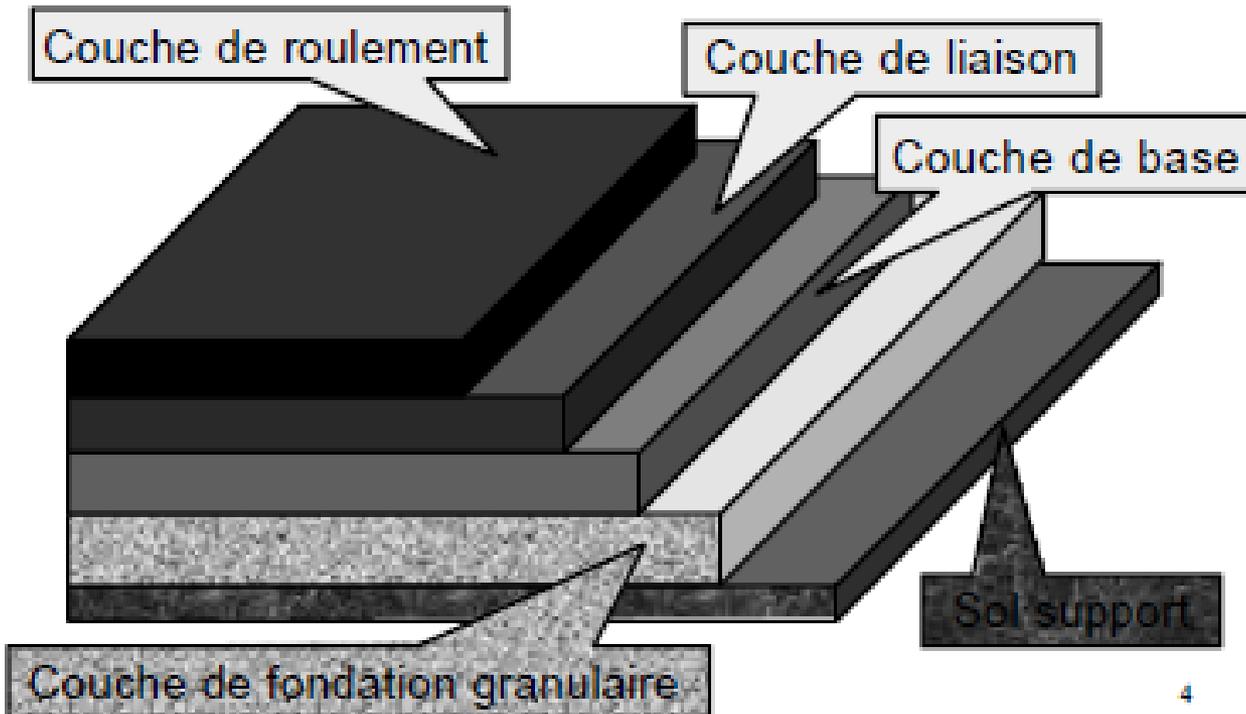


Additifs possibles

- Enrobé recyclé (GBR)
- Bardeaux d'asphalte (2 types)
- Scories d'acier
- Caoutchouc
- Autres produits en développement

Bitume: substance composée d'un mélange d'hydrocarbures, très visqueuse (voir solide) à la température ambiante et de couleur noire. Le bitume lie les granulats ensemble.

Une chaussée c'est quoi?



Le revêtement est habituellement constitué de 2 couches d'enrobés : la couche de base et la couche de surface (surface de roulement).

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

Norme 4202

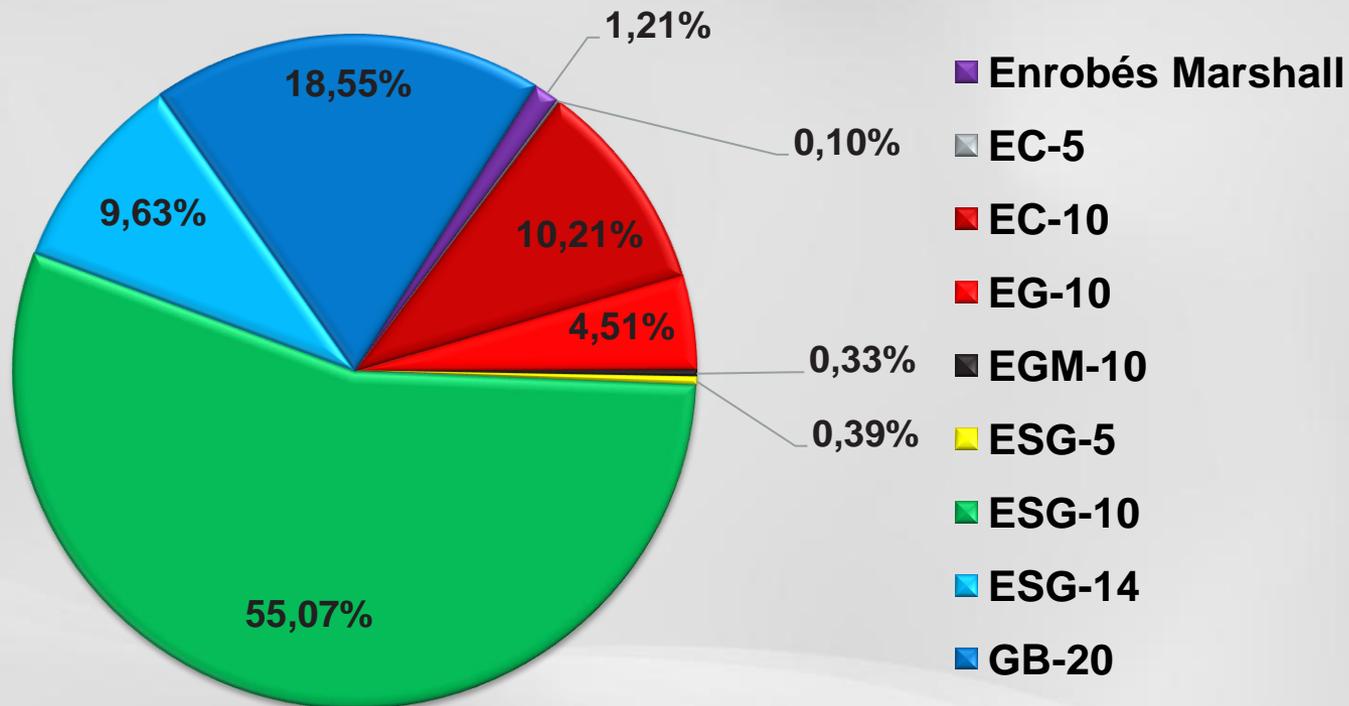
Norme 4202 - Exigences

Enrobés à chaud formulés selon la méthode du laboratoire des Chaussées

Tableau 4202-1									
Caractéristiques des enrobés à chaud formulés selon la méthode de formulation du Laboratoire des chaussées									
Types d'enrobés	GB-20	ESG-14	ESG-10	EG-10	EGA-10	EC-10	SMA-10	ESG-5	Méthodes d'essai
Usages	Couche de base	Couche unique, couche de surface ou couche de base	Couche de surface	Couche de surface	Couche de surface	Couche de correction	Couche de surface	Couche antifissure	
Nombre minimal de classes granulaires distinctes à utiliser ⁽¹⁾	3	3	2	2	2	2	2	2	
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	90-100	94-100	90-100	100
	5 mm	35-50	40-60	52-65	40-48	40-50	66-78	25-35	85-100
	2,5 mm	—	—	—	—	—	45-65	18-28	50-70
Zone de restriction ⁽⁸⁾	80 µm	4,0-8,0	3,0-8,0	4,0-10,0	4,0-10,0	4,0-10,0	4,0-10,0	8,0-11,0	4,0-12,0
	2,5 mm ⁽⁶⁾	—	39,2	46,1	46,1	46,1	—	—	—
	1,25 mm ⁽⁶⁾	—	25,7-31,7	30,7-36,7	30,7-36,7	30,7-36,7	—	—	—
	630 µm ⁽⁶⁾	—	19,1-23,1	22,8-26,8	22,8-26,8	22,8-26,8	—	—	—
	315 µm ⁽⁶⁾	—	15,4	18,1	18,1	18,1	—	—	—
Pourcentage de fibres (%) ⁽²⁾					1,3		1,0		
Vbe (%) ⁽³⁾	10,2	11,4	12,2	12,4	14,6	12,8	14,8	13,5	
Vides à 10 girations (%)	≥ 11,0	≥ 11,0	≥ 11,0	≥ 11,0	≥ 11,0	≥ 11,0	≥ 11,0	(6 g) ≥ 11,0	LC 26-003
Vides à 80 girations (%)		—	4,0-7,0	4,0-7,0	4,0-7,0	4,0-7,0	(60 g) 4,0-7,0	(50 g) 4,0-7,0	LC 26-003
Vides à 100 girations (%)		4,0-7,0	—	—	—	—			LC 26-003
Vides à 120 girations (%)	4,0-7,0								
Vides à 200 girations (%) ⁽⁴⁾	≥ 2,0	≥ 2,0	≥ 2,0	≥ 2,0	≥ 2,0	≥ 2,0	≥ 2,0	(75 g) ≥ 2,0	LC 26-003
Compacité (% min.)	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) ^(4, 5, 6)	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) ^(4, 5)	—	—	10,0 20,0	10,0 20,0	10,0 20,0	10,0 20,0	— 10,0	—	
Tenue à l'eau (% min.) ⁽⁷⁾	70	70	70	—	70	70	70	70	LC 26-001

Quelques statistiques 2014...

MTQ: 3 010 648 tonnes
Tonnages des villes \approx MTQ



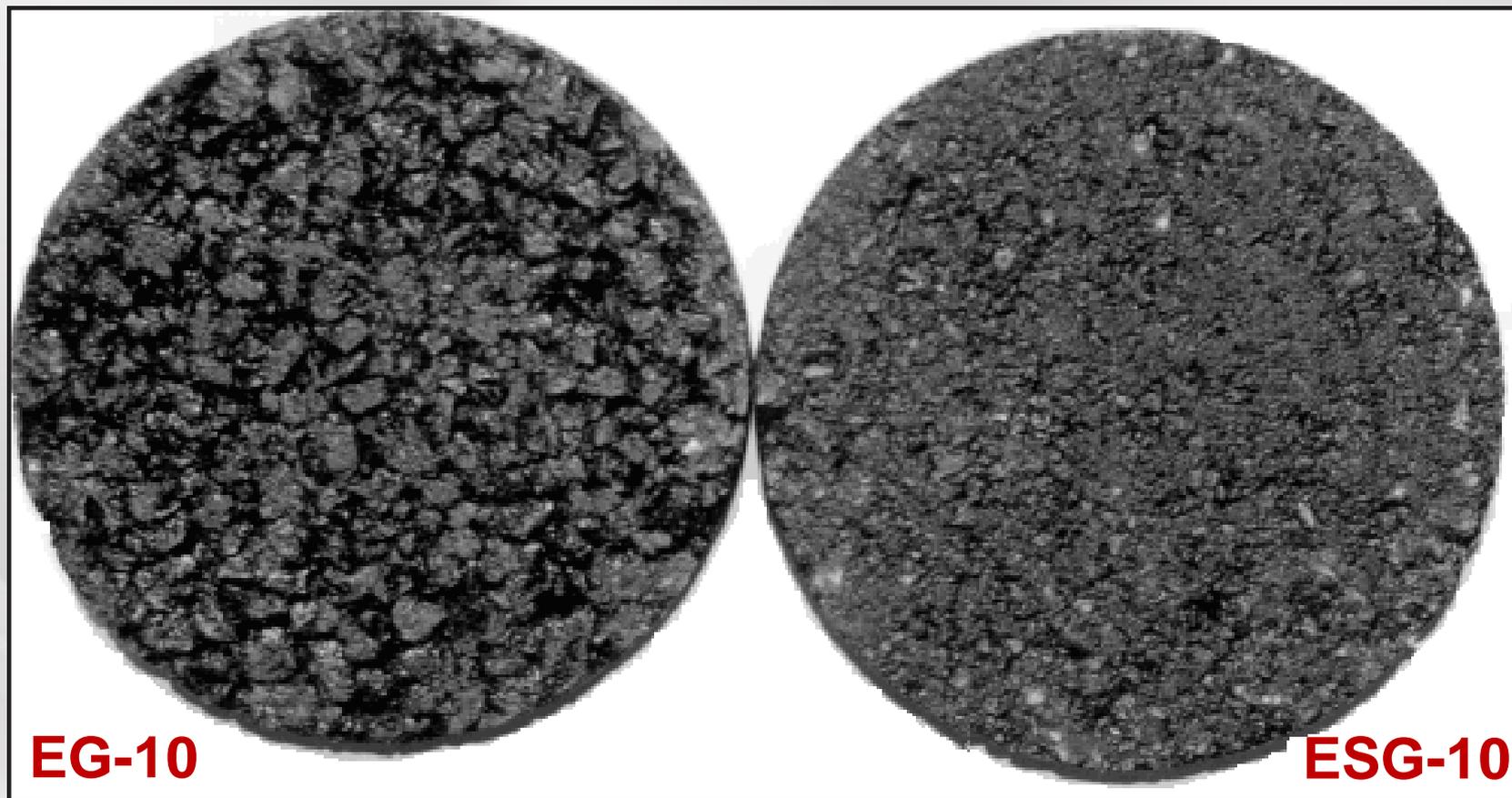
Évolution des enrobés au Québec

	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	GB-20
Couche de surface	MB 4 à MB 7	MB-12,5	EB-10S, ESG-10 et EG-10	ESG-10 et EG-10
Couche unique	MB 3	MB-16	EB-14 et ESG-14	ESG-14
Couche de correction	MB 7	MB-10	EB-10C et EC-10	EC-10
Intervention palliative	-	-	EB-10C et EC-10	EGM-10

Enrobés de surface : EG-10 vs ESG-10

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

Enrobés de surface : EG-10 vs ESG-10



Enrobés de surface : EG-10 vs ESG-10

- Le ESG-10 est l'enrobé de surface le plus utilisé, il performe bien sur tous types de route;
- Le ESG-10 est adapté pour les rues résidentielles et les boulevards avec des trafics plus élevés;
- Le EG-10 est utilisé sur autoroute, près des zones urbaines (diminution du bruit : contact pneu-chaussée) et possède une texture de surface très ouverte. Il n'y a pas d'usage municipal pour le EG-10 car sa texture est très grenue.

Enrobés de base : ESG-14 vs GB-20

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

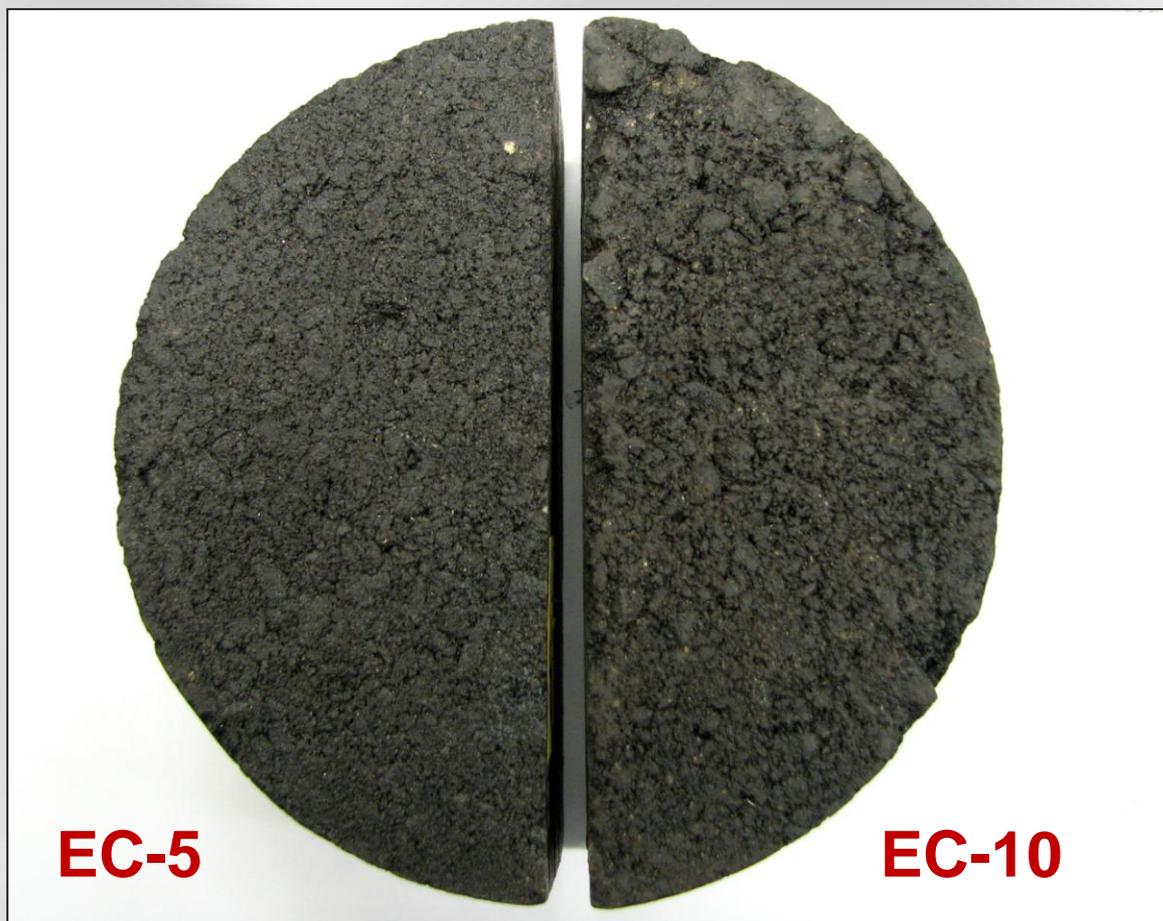
Enrobés de base : ESG-14 vs GB-20



Enrobés de base : ESG-14 vs GB-20

- Le GB-20 reste le meilleur choix pour une couche de base. Par contre, il est possible de le substituer par le ESG-14 (temps plus froid) mais légère diminution de capacité portante et de résistance à l'orniérage;
- Le ESG-14 est plus maniable en présence d'utilités publiques et peut se poser à de plus faibles épaisseurs;
- Le ESG-14 performe bien en couche unique mais il est plus difficile à formuler.

Enrobés de correction : EC-5 vs EC-10



Enrobé municipal : MUN-10

Usage	Rues résidentielles et pistes cyclables (DJMA ≤ 2000)
Nombre minimal de classes granulaires distinctes à utiliser	2
Tamis	
14 mm	100
10 mm	95-100
5 mm	70-85
2,5 mm	50-65
80 µm	4-10
Classe de bitume	Toutes les classes
Bitume (%)	5,6 - 6,2
Vides à 10 girations	≥11,0
Vides à 80 girations	4,0–7,0
Vides à 200 girations	≥2,0
Compacité (% minimal)	93

Enrobé municipal : MUN-10



MUN-10 : Planche 1

Rue d'Amours (Québec) - juillet 2015



Environ 1 050 tonnes!

MUN-10 : Planche 1

Rue d'Amours (Québec) - juillet 2015



MUN-10 : Planche 2

Boulevard Haway (Québec) - septembre 2015



MUN-10 : Planche 2

Boulevard Haway (Québec) - septembre 2015



MUN-10 : Planche 2

Boulevard Haway (Québec) - septembre 2015



Environ 750 tonnes!

MUN-10 : Planche 3

Rue Calais (Québec) - octobre 2015



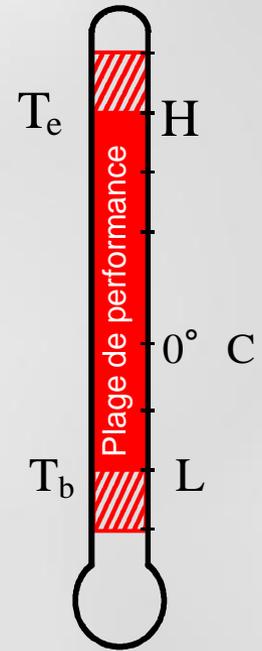
Comment choisir le bon bitume?

Définition de « PG H-L »

PG : Performance Grade (Classe de performance)

H : Température limite supérieure de la classe
Température à laquelle le bitume risque de subir des déformations permanentes (°C);

L : Température limite inférieure de la classe
Température à laquelle le bitume risque de fissurer par retrait thermique (°C).



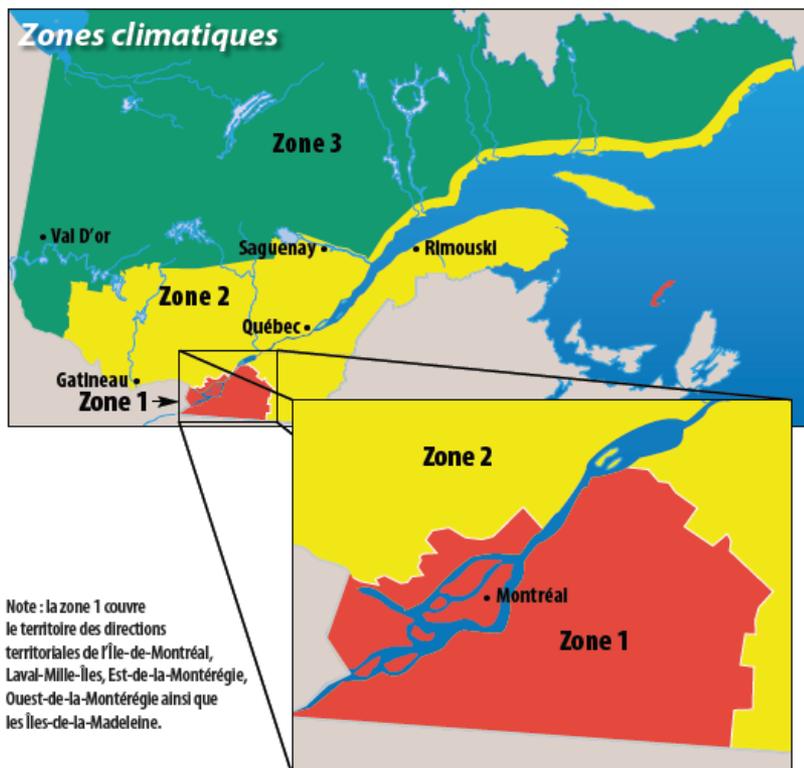
Les bitumes les plus utilisés au MTQ :

PG 58-34, PG 64-34, PG 58-28, PG 64-28, PG 70-28

Villes et municipalités : mêmes choix de bitumes que MTQ!

➤ Tableaux des choix des composants

RESURFAÇAGE



Note : la zone 1 couvre le territoire des directions territoriales de l'Île-de-Montréal, Laval-Mille-Îles, Est-de-la-Montérégie, Ouest-de-la-Montérégie ainsi que les Îles-de-la-Madeleine.

Tableau 4
Caractéristiques complémentaires des granulats pour enrobés à chaud selon les usages

Caractéristiques complémentaires		Méthodes d'essai	Couche de base	Couche de surface
Gros granulats	Propreté (particules < 80 µm) (% max.) ¹ (gravière et sablière)	CSA-A23.2-5A	≤1,0	≤1,0
	Propreté (particules < 80 µm) (% max.) ¹ (carrière)	CSA-A23.2-5A	≤1,5	≤1,5
	Coefficient de polissage par projection (minimum) ²	LC 21-102	N/A	≥0,45 ou ≥0,50 ⁵
Granulats fins	Teneur en mottes d'argile (% max.)	CSA-A23.2-3A	≤2,0	≤2,0
	Coefficient d'écoulement ³	LC 21-075	≥80	≥80
	Teneur en particules inférieures à 5 µm (% max.) ⁴	BNQ 2501-025	≤4	≤4

- Notes**
1. Cette caractéristique s'applique à chaque classe granulaire.
 2. Uniquement pour les gros granulats de caractéristiques intrinsèques de catégorie 1 ou 2.
 3. Pour des granulats fins de catégorie 1 uniquement.
 4. Le pourcentage est établi par rapport au passant 5 mm.
 5. Pour la direction territoriale de l'Île-de-Montréal
- Les exigences contenues dans ces tableaux sont conformes à la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats ».

Tableau 1
Catégories de gros granulats selon leurs caractéristiques intrinsèques de résistance à l'usure et aux chocs

Caractéristiques intrinsèques	Méthodes d'essai	Catégories de gros granulats					
		1	2	3	4	5	6
Micro-Deval (MD)	LC 21-070	≤15	≤20	≤25	≤30	≤35	≤40
Los Angeles (LA)	LC 21-400	≤35	≤45	≤50	≤50	≤50	≤50
(MD+LA)		≤40	≤55	≤70	≤75	≤80	≤85

Tableau 2
Catégories de gros granulats selon leurs caractéristiques de fabrication

Caractéristiques de fabrication	Méthodes d'essai	Catégories de gros granulats				
		a	b	c	d	e
Fragmentation (%)	LC 21-100	100	≥75	≥60	≥60	≥50
Particules plates (%)	LC 21-265	≤25	≤25	≤25	≤30	–
Particules allongées (%)	LC 21-265	≤40	≤40	≤45	≤50	–

Tableau 3
Catégories de granulats fins selon leurs caractéristiques intrinsèques de résistance à l'usure et de friabilité et selon leurs caractéristiques de fabrication

Caractéristiques intrinsèques	Méthodes d'essai	Catégories de granulats fins		
		1	2	3
Micro-Deval (MD)	LC 21-101	≤30	≤35	≤35
Friabilité (%)	LC 21-080	≤40	≤40	–

CONSTRUCTION NEUVE - RECONSTRUCTION

ESG-10 • EG-10¹ • EGM-10 • SMA-10 • ESG-14² • GB-20

Choix des composants • Recommandations

Type de route	Débit de circulation**		Couche de surface						Couche de base					
			Bitume			Catégories gros granulats	Catégorie granulats fins	Essais spéciaux	Bitume			Catégories gros granulats	Catégorie granulats fins	Essais spéciaux
	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	70-28	64-34	S.O.	1a	1	Orniéreur, CPP	64-28	64-34	S.O.	2c	1	Orniéreur
	< 20 000 > 5 000	< 1 000 000 > 500 000	70-28	64-34	S.O.	1a	1	Orniéreur, CPP	64-28	58-34	S.O.	3c	1	Orniéreur
	< 5 000	< 500 000	70-28	64-34	S.O.	2b	1	Orniéreur, CPP	64-28	58-34	S.O.	3c	2	Orniéreur
Nationale	> 20 000	> 500 000	70-28	64-34	58-40	1a	1	Orniéreur, CPP	64-28	58-34	52-40	3c	1	Orniéreur
	< 20 000 > 5 000	< 500 000 > 300 000	70-28* 64-28	64-34* 58-34	58-40	2b	2	Orniéreur, CPP	64-28	58-34	52-40	3c	2	Orniéreur
	< 5 000	< 300 000	64-28	58-34	58-40	3c	2		64-28	58-34	52-40	3c	2	
Régionale et collectrice	> 20 000	> 300 000	70-28	64-34	58-40	2b	1	Orniéreur, CPP	64-28	58-34	52-40	3c	2	Orniéreur
	< 20 000 > 5 000	< 300 000 > 150 000	70-28* 64-28	64-34* 58-34	58-40* 52-40	3b	2	Orniéreur	64-28* 58-28	58-34	52-40	3c	2	Orniéreur
	< 5 000	< 150 000	58-28	58-34	52-40	3c	2		58-28	58-34	52-40	3c	2	

* Réseau de camionnage

** Lorsque les valeurs de DJMA et de l'ECAS de la route ne correspondent pas à la même ligne dans le tableau, sélectionner la ligne qui correspond aux conditions les plus sévères.

Notes

1. Seuls les bitumes PG 70-28 et PG 64-34 peuvent être utilisés pour l'enrobé EG-10.

2. Dans certains cas pour l'enrobé ESG-14, l'usage d'un bitume de classe supérieure (en terme de température élevée) à celle spécifiée dans le tableau peut être nécessaire.

L'utilisation d'un bitume différent en couche de base n'est pas recommandé si la quantité d'enrobé de cette couche est inférieure à 1 000 tonnes.

Un liant d'accrochage conforme à la norme 4105 doit être épandu entre chacune des couches d'enrobé.

ECAS annuel : Cumul du nombre Équivalent de Charge Axiale Simple (essieu normalisé de 8165 kg) anticipé pour la durée de vie au moment de la conception, divisé par le nombre d'années correspondant. La voie la plus sollicitée est considérée.

DJMA : Débit Journalier Moyen Annuel. Cette valeur représente le décompte total de tous les types de véhicules circulant sur toutes les voies et dans les deux directions. Un recueil d'inventaire annuel de données sur la circulation par numéro de route, de tronçon et de section est disponible auprès du Service des chaussées.



CRITÈRES DE SÉLECTION DES ENROBÉS

Enrobés formulés selon la méthode du Laboratoire des chaussées (MTQ 4202)

CRITÈRES ET PARAMÈTRES	TYPE D'ENROBÉ								
	GB-20	ESG-14	ESG-10	EG-10	SMA-10	EGM-10	EC-10	EC-5	ESG-5
USAGES (1 : À éviter 2 : Adapté 3 : Recommandé)									
Couche de base	3	2							3 ^(C)
Couche unique	1	3							
Couche de surface	1	2	3	3	3	3	1		
Couche de correction			2				3	3	
Rapiéçage mécanisé							3	2	
Rapiéçage manuel							3	3	
Correction d'ouvrage d'art			2				3 ^(B)	3 ^(B)	
Surface d'ouvrage d'art			3	2	3 ^(A)		1		
PERFORMANCES* (1 : Médiocre 2 : Passable 3 : Bonne 4 : Très bonne 5 : Excellente)									
Résistance à l'orniérage	5	4	4	4	5	4	2	1	1
Résistance à l'arrachement	2	3	4	4	4	2	3	4	N/A
Résistance à la fatigue	2	2	3	3	4	2	3	3	5
Résistance à la dégradation de fissures	1	2	3	3	4	2	3	3	4
Texture de surface (macrotecture)	3	3	4	5	5	5	2	1	1
Bruit (contact pneu-chaussée)	2	2	3	4	4	4	2	2	N/A
Capacité de support (selon l'épaisseur)	5	4	3	3	4	3	2	1	1
MISE EN ŒUVRE (1 : Peu maniable 2 : Maniable 3 : Très maniable)									
Maniabilité	1	2	3	3	2	2	3	3	3
ÉPAISSEUR DE POSE									
Minimale	80	60	40	40	30 ^(D)	35 ^(D)	20	10	25
Optimale	100	70	60	50	40	40	30	20	45
Maximale	120	80	70	60	50	50	40	30	60

* La classe de bitume peut influencer la performance d'un enrobé.

(A) À un même contrat SMA-10, selon le cas.

(B) À utiliser avant la pose de la membrane.

(C) Couche de base antifissure pour les chaussées à durée de vie prolongée.

(D) Si formulé avec des classes granulaires 0-2,5 mm et 5-10 mm, les épaisseurs minimales peuvent être diminuées de 5 mm.

Le GBR c'est quoi?

GBR = GBC = Granulats bitumineux récupérés ou recyclés ou concassés

Le GBR provient du planage de l'enrobé sur la route qui est mis en réserve pour utilisation future.



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).

Mêmes critères applicables aux Villes et municipalités.

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 MTQ ne mettrait pas de GBR;
- Recyclage et économie de bitume!

En résumé!

Pour les villes et municipalités :

5 types d'enrobés sont recommandés :

- Enrobés de base :

GB-20, ESG-14

- Enrobés de surface pour rues résidentielles

MUN-10 (à venir), ESG-10

- Enrobés de surface pour boulevards et/ou rues avec trafic plus élevé :

ESG-10

- Enrobés de correction/pistes cyclables:

MUN-10 (à venir), EC-10

En résumé! (suite et fin)

- L'enrobé MUN-10 n'est pas encore normalisé dans les normes du MTQ. Les planches d'essais sont en cours et un suivi de comportement sera fait pendant 2 ans;
- La classe de bitume doit être choisie en accord avec les tableaux de recommandations du MTQ, selon la zone (1, 2 ou 3) où l'on se trouve;
- Porter une attention particulière à la mise en œuvre des enrobés. Éviter la surchauffe, contamination par les hydrocarbures et autres problématiques;
- Utilisation du recyclé recommandée en respectant les critères du MTQ;
- Permettre le pavage dans de bonnes conditions pour assurer un meilleur comportement de l'enrobé.

FORMATION INTENSIVE

Enrobés bitumineux - Hiver 2016

Cours *GCI 718 Enrobés bitumineux*

3 crédits universitaires – 45 heures

Université de Sherbrooke, Campus de Longueuil

Sept vendredis, de 8 h 30 à 16 h, entre le 5 février et le 15 avril 2016

Contenu

- Composants et formulation
- Types d'enrobés et usages prescrits
- Techniques de réparation
- Défauts des enrobés
- Notions d'assurance qualité et de contrôle
- Notions de conception de chaussée
- Et autres

Information et inscription

USherbrooke.ca/cfcgenie/gci718



Questions?



Merci à la Ville de Québec pour sa participation!

➤ Marc-André Langlois, ing.