

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

Le recyclage des matériaux de chaussées et autres techniques vertes pour les usages municipaux

Michel Paradis, ing. M.Sc.

Service des matériaux d'infrastructures
Direction du laboratoire des chaussées

Congrès Infra 2016 – CERIU
22 novembre 2016

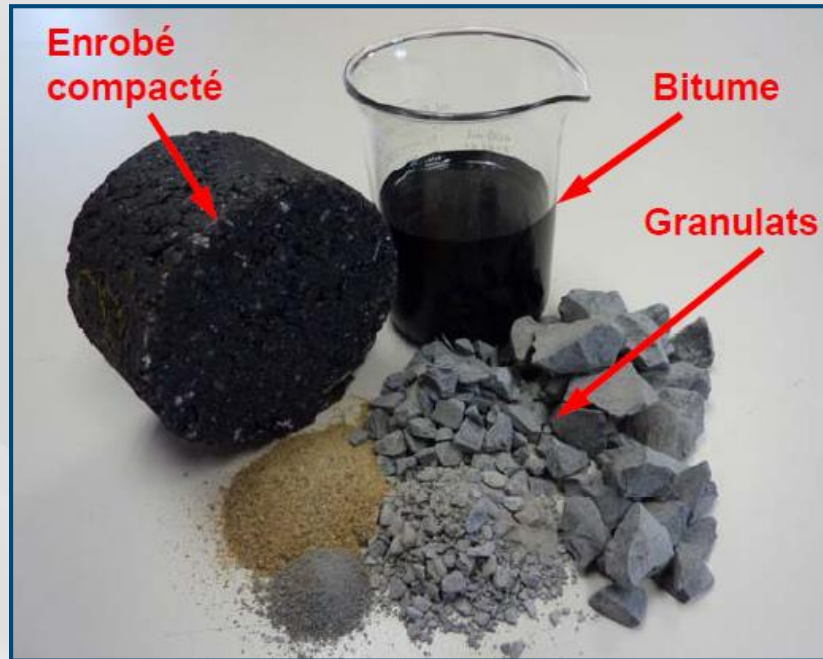
Plan de la présentation

- Quelques définitions et statistiques
- Les matériaux recyclés
 - GBR : Granulats Bitumineux Récupérés
 - Bardeaux d'asphalte
 - BPF : Post-Fabrication
 - BPC : Post-Consommation
- Critères d'utilisation
- Techniques vertes : enrobés tièdes
- Four à ignition
- Conclusions

Définition : enrobé et bitume

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

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.

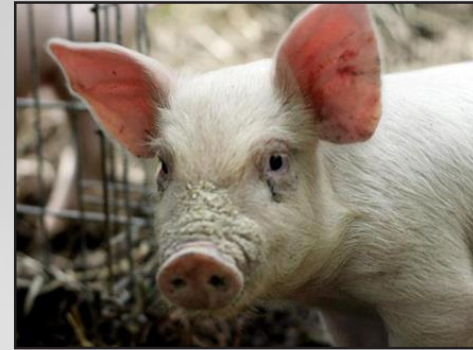


Additifs possibles

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

Autres produits proposés...

- Poils de cochons
- Plumes de poules
- Chanvre de Manille
- Morceaux de béton
- Élastiques
- 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)

Norme 4202 - Exigences

Enrobés à chaud formulés selon la méthode 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)								
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	
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	
Zone de restriction ⁽⁸⁾									
2,5 mm ⁽⁸⁾	—	39,2	46,1	46,1	46,1	—	—	—	
1,25 mm ⁽⁸⁾	—	25,7-31,7	30,7-36,7	30,7-36,7	30,7-36,7	—	—	—	
630 µm ⁽⁸⁾	—	19,1-23,1	22,8-26,8	22,8-26,8	22,8-26,8	—	—	—	
315 µm ⁽⁸⁾	—	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

Enrobé municipal : MUN-10



MUN-10 : Planche d'essai Boulevard Haway (Québec) - septembre 2015



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)

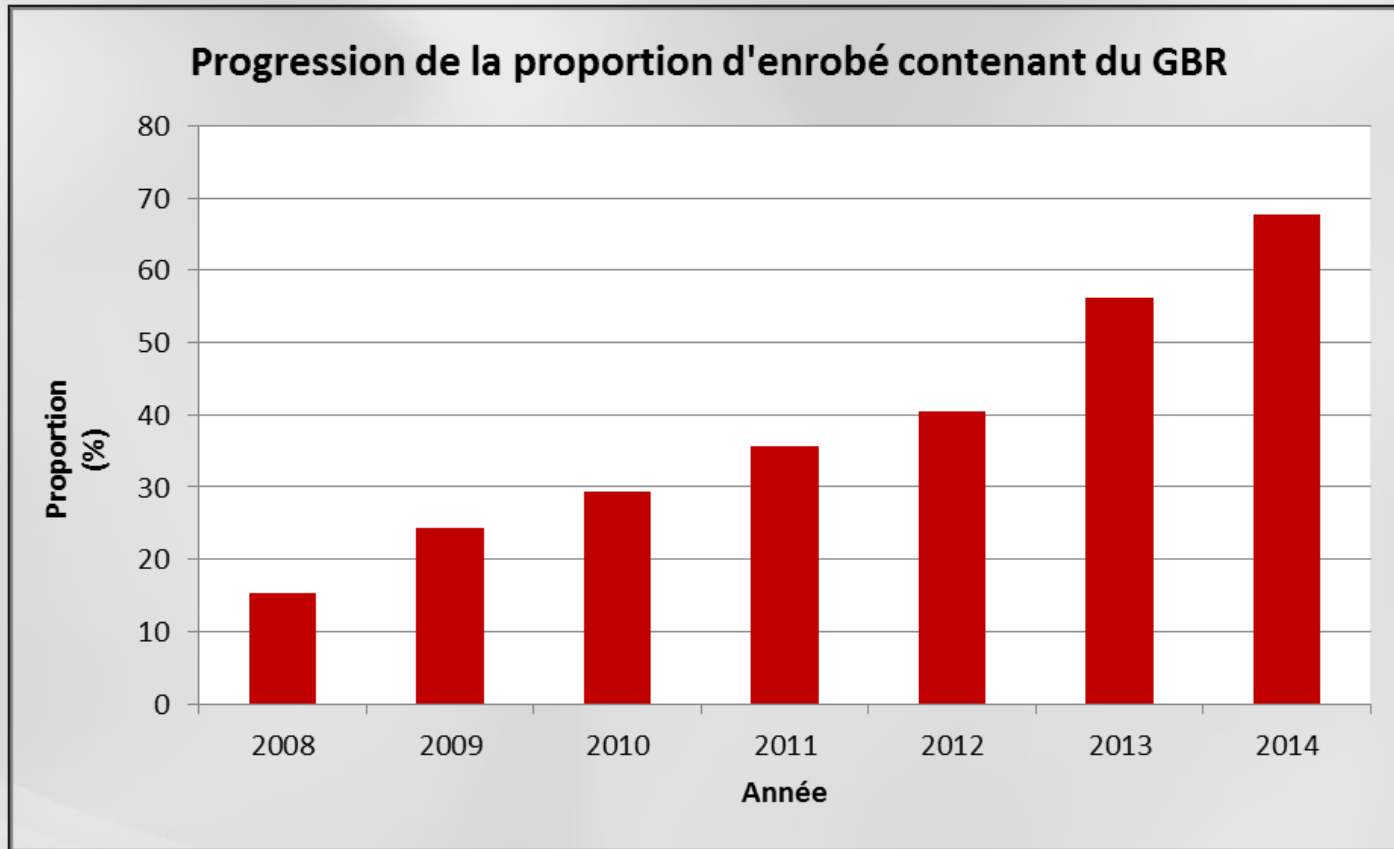
Les pourcentages permis sont de **20%** (usage général) et de **10%** sur les couches de roulement des autoroutes (CCDG article 13.3.2.2.2).

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 (**respect des critères d'utilisation**);
- Aucun compromis sur le comportement de l'enrobé sinon le MTMDET ne mettrait pas le GBR;
- **Recyclage et économie de bitume!**

Utilisation du GBR par le MTQ



2008 : 15,3% → 2015 : 71,3%

Plus de 20% de GBR? Oui mais...

$\leq 15\%$	Utilisation de la classe de bitume recommandée pour la région et le volume de circulation.
15-20%	<i>Zone floue!</i> Certains déclassent le bitume et d'autres non (<i>cas du Québec</i>).
20-25%	Utilisation d'une classe de bitume inférieure à la classe recommandée.
$\geq 25\%$	Détermination de la classe de bitume d'ajout selon les chartes. Problématique en zone 2 : on tombe dans les PG XX-40.

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



Sans GBR



Avec GBR

Avec GBR

Enrobé « sec » : fissuration + importante et arrachement

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.



Bardeaux : intérêts du MTQ

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

Bardeau post-consommation (BPC)



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

Bardeau post-consommation (BPC)



Décontamination nécessaire!

Bardeaux BPF et 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	$\leq 0,24 \%$ $(\leq 0,15 \%)$	$\leq 0,40 \%$ $(\leq 0,25 \%)$
Conditions de circulation	DJMA < 10 000 Non autorisé sur les autoroutes	Aucune restriction

En usage libre
au MTQ



BPC : 3 ans après les travaux




Matériaux recyclés : norme 4202

Modifications et ajouts

- Transfert des proportions autorisées du CCDG à la norme 4202;
- Critères de combinaison de matériaux recyclés (GBR + BPF + BPC);
- Vérification de la densité maximale, de la densité brute et de la teneur en bitume des GBR;
- Nouvel écart maximal pour les valeurs de densité maximale.

Transports,
Mobilité durable
et Électrification
des transports

Québec 

LIANTS ET ENROBÉS

4.2 Enrobés à chaud

Enrobés à chaud formulés selon
la méthode de formulation du
Laboratoire des chaussées

Tome
VII

Chapitre 4	Norme 4202
Page 3 de 16	
Date 2016 12 15	

NORME

PROJET

5.2.3.2 Gros granulats
Les caractéristiques intrinsèques et de fabrication des gros granulats doivent être conformes à la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », Partie V.

5.2.4 Caractéristiques complémentaires
Les caractéristiques complémentaires des caractéristiques intrinsèques et de fabrication doivent être conformes aux exigences de la norme BNQ 2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats », Partie V. L'exigence relative au pourcentage de mottes d'argile dans le granulat fin s'applique au matériau provenant de sablières¹ seulement.

5.2.4.1 Critère d'utilisation du bardeau d'asphalte post-fabrication et du bardeau d'asphalte post-consommation
Le bardeau d'asphalte post-fabrication (BPF) et le bardeau d'asphalte post-consommation (BPC) peuvent être utilisés lorsque les

critères d'utilisation du tableau 4202-2 sont respectés.

5.2.5 Matériaux recyclés

5.2.5.1 Granulats bitumineux récupérés (GBR)
L'utilisation de granulats bitumineux récupérés (GBR) est limitée à 20,0% de la masse des granulats. Dans le cas des enrobés pour couche de surface d'autoroute (y compris les bretelles d'autoroute, les collecteurs et les accotements) ce pourcentage est de 10,0% maximum. Le granulat provenant de granulats bitumineux récupérés est exempté du contrôle de leurs qualités intrinsèques, de même que la classe « PG » du bitume provenant de GBR qui n'est pas prise en considération.
L'entrepreneur est tenu de fournir la densité brute et la teneur en bitume de son GBR. De plus, lors de la réalisation de l'essai à l'ornièrreur, l'entrepreneur doit toujours faire parvenir pour un enrobé de type GB-20

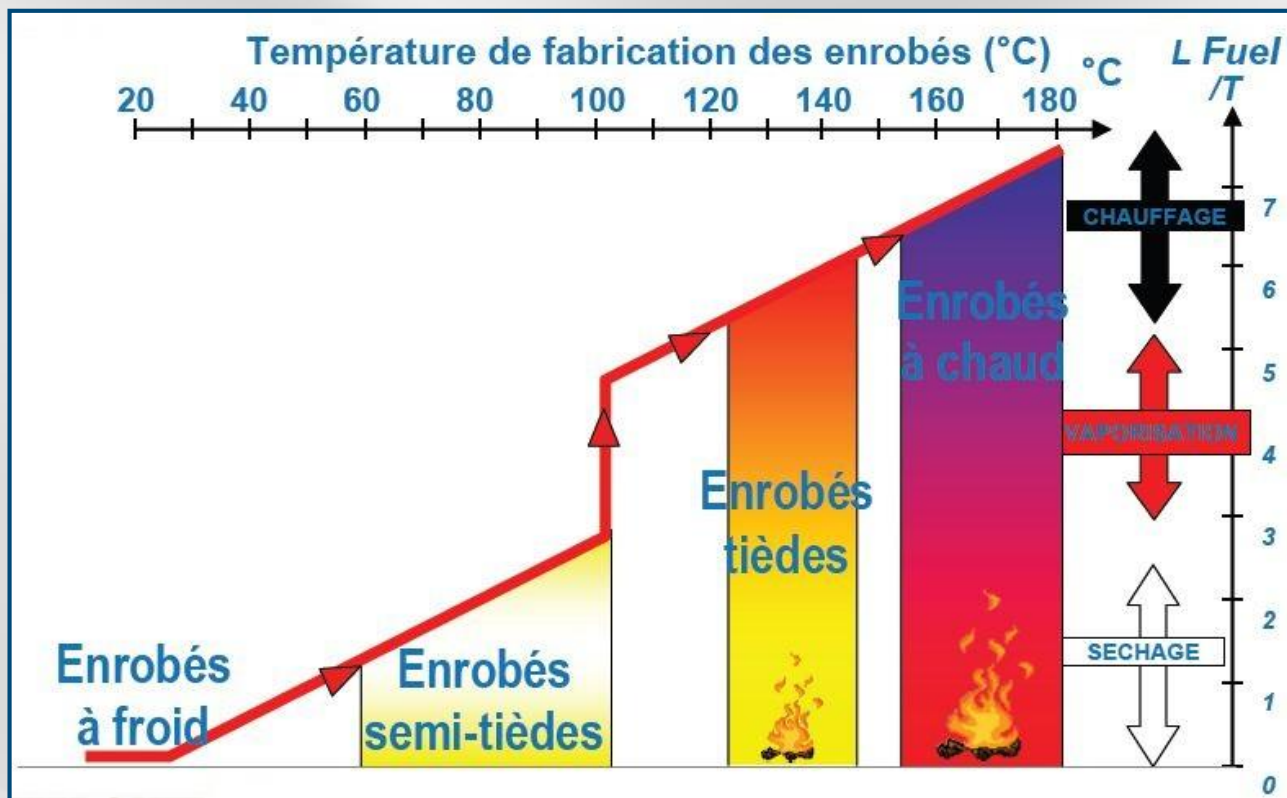
Tableau 4202-2
Critères d'utilisation des bardeaux d'asphalte

Critères	Enrobés de surface	Enrobés de base
% autorisé dans l'enrobé	≤ 3,0%	≤ 5,0%
Dimension du bardeau (D de la classe granulaire)	≤ 10 mm	≤ 10 mm
Conditions de circulation	DJMA ≤ 10000 Non autorisés sur les autoroutes Le BPC n'est pas autorisé en couche de surface pour les reconstructions ni les constructions neuves	Aucune restriction

Note :
– aux fins de la formulation, le bitume contenu dans le bardeau post-fabrication est mobilisable à 40% tandis que celui contenu dans le bardeau post-consommation est mobilisable à 25%.

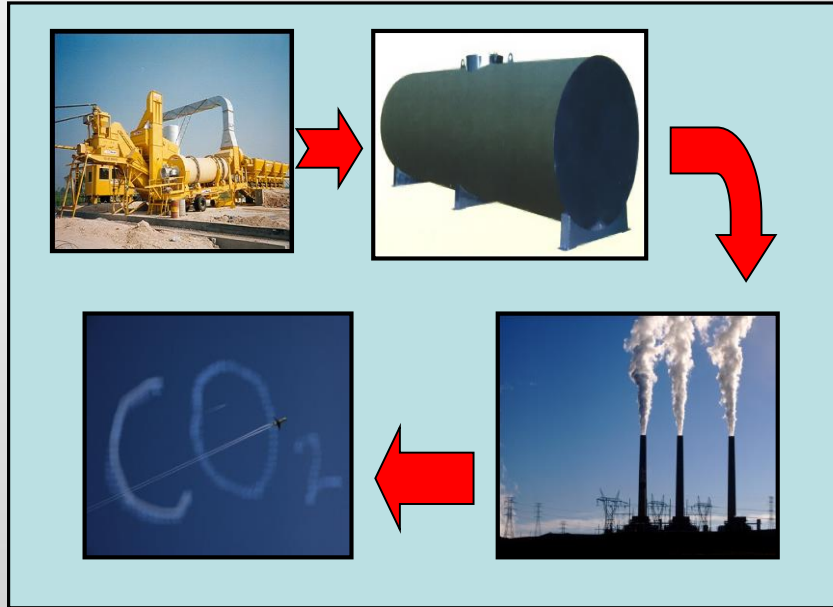
1. Le terme « sablière » inclut les gravières. Voir le *Lexique*.

Enrobé tiède : principes



Le malaxage des enrobés tièdes se fait généralement de **20 à 50°C** en dessous de la normale selon la classe PG du bitume utilisé.

Enrobé tiède : principes



Trois familles d'enrobés tièdes

- Additifs organiques (Zéolithe)
- Additifs chimiques
- Techniques de moussage (eau)

- Plus de 2 000 000 de tonnes d'enrobés tièdes posées depuis 2008
- Utilisation libre depuis 2012 aux mêmes coûts que les enrobés à chaud
- Devis sur les enrobés tièdes disponible (**applicable aux municipalités**)
- Améliore la maniabilité de l'enrobé en présence d'utilités publiques

Enrobé tiède : avantages

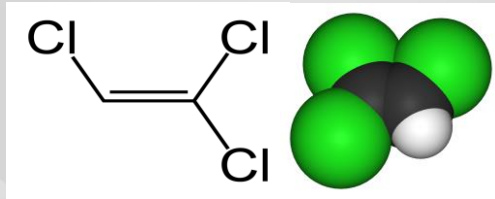
- Diminution des températures de malaxage et de compactage (~ 30°C);
- Réduction de 25 à 50% des émissions de fumées nocives pour les travailleurs et des GES (CO, CO₂, NO_x et SO₂);
- Demande moins d'énergie pour produire et compacter les enrobés (20 à 35% de moins);
- Augmente la maniabilité des enrobés lorsque chauffés à des températures similaires à un enrobés à chaud;
- Comportements similaires qu'un enrobé à chaud (sauf modules complexes);
- Permet d'incorporer un plus grand pourcentage de recyclé (GBR).

Contrôle des enrobés : avant 2014



Extraction avec solvant TCE

- Analyse granulométrique sans lavage (LC 26-350)
- Détermination de la teneur en bitume



**Substance toxique selon
Environnement Canada**

Contrôle des enrobés : après 2014



Four à ignition

- Enrobé brûlé à plus de 500 °C (LC 26-006)
- Résidus = granulats
- Analyse granulométrique lavée (LC 26-007)

Avantages

- Non toxique
- Élimine la gestion des matières dangereuses
- **Les villes et municipalités doivent l'utiliser! !!**

Conclusions

- Le MTMDET encourage l'utilisation des matériaux recyclés dans les enrobés (et dans les structures routières) en respectant les critères d'utilisation établis;
- L'utilisation des matériaux recyclés et des enrobés tièdes est également applicable pour les enrobés des villes et municipalités;
- Il est impératif de bien caractériser les matériaux recyclés (GBR, BPF et BPC) pour éviter d'avoir un enrobé trop sec (fissuration, désenrobage et arrachement). Le MTMDET va resserrer le contrôle du GBR en 2017 et détailler les critères de combinaison de matériaux recyclés (norme 4202);
- L'usage du four à ignition est recommandé pour le contrôle des enrobés afin d'éliminer l'utilisation du solvant TCE.

Formation UMQ

07 décembre 2016

Québec



Formation en salle

08 décembre 2016

Montréal

Les enrobés bitumineux : bien comprendre pour mieux gérer

Cette formation d'une journée vise à **faire le point sur la gestion des enrobés bitumineux** et aborde toutes les grandes questions liées aux choix des enrobés selon les usages, aux défauts du pavage, à la mise en place, à l'entretien et à la gestion efficace du réseau routier municipal.

www.umq.qc.ca/services/formations

Questions?

