



DJL

Les applications urbaines d'enrobés tièdes au Québec : bilan des projets 2005-2011



Yvan Paquin, ing. – Directeur technique
Congrès CERIU - Infra 2011 – Québec
8 novembre 2011

- ◆ Contexte global des enrobés tièdes
- ◆ Confusion possible dans la terminologie
- ◆ Approche des villes
- ◆ Spécifications progressives
- ◆ Réalisations
- ◆ Maniabilité en milieu municipal
- ◆ Conclusion



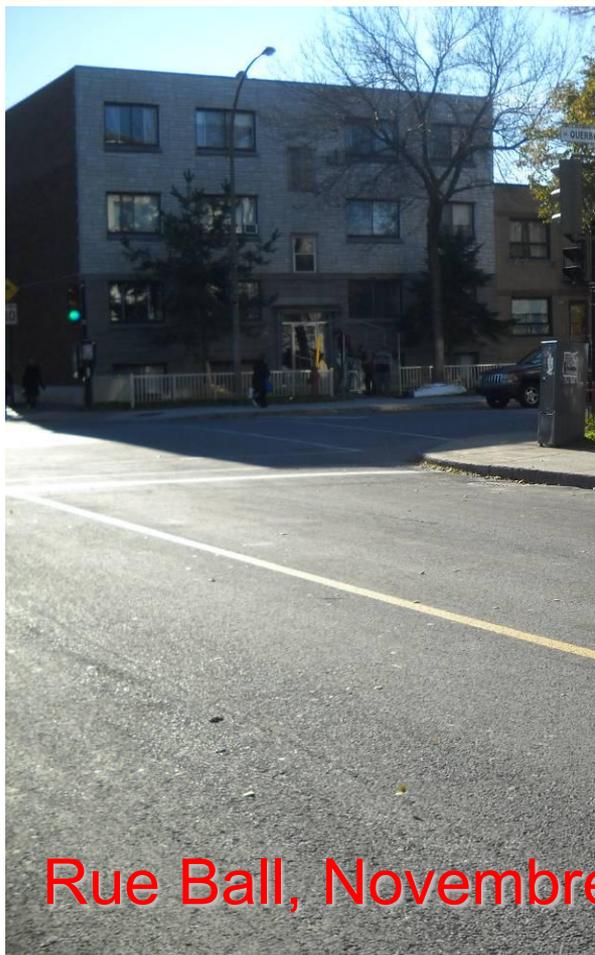
Yvan Paquin, ing.
Directeur Technique Adjoint
Construction DJL inc.



***Les nouvelles
possibilités
d'applications
d'enrobés pour
préoccupations
urbaines***

CERIU - INFRA 2005
21 au 23 novembre 2005
Montréal, Québec

Première rue au Québec (Montréal)



Rue Ball, Novembre 2005



Rue Ball, Novembre 2011



Rue Ball, Août 2005

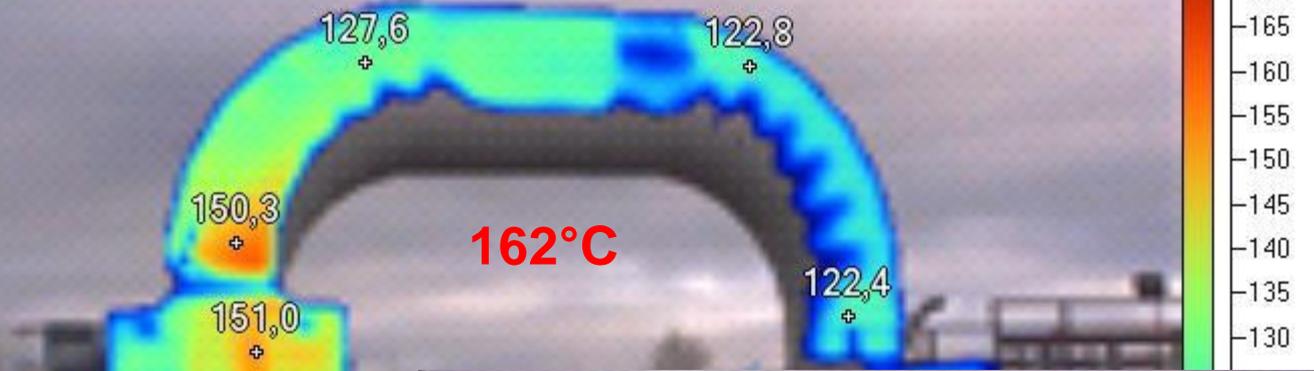
- ◆ Idée de base : réduction de la température
 - Malaxage : 140 à 170°C (selon le grade)
 - Besoin de température élevée pendant environ 30 secondes durant toute sa vie utile (> 10 ans) pour qualité de l'enrobage
 - Maniabilité et compaction : 110 à 140°C avec uniformité

- ◆ 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...)

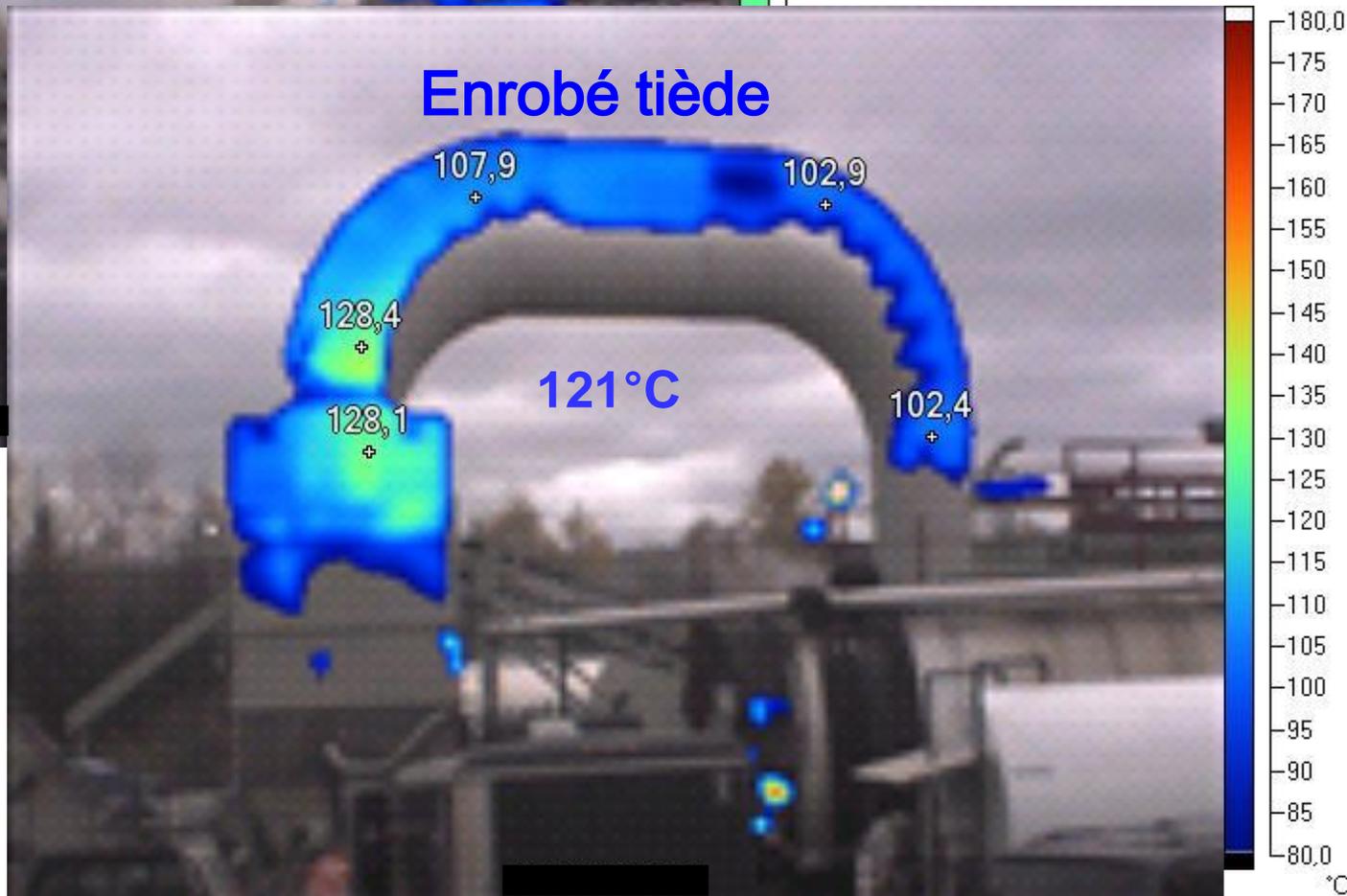
- ◆ Réduction de la consommation énergétique (énergie fossile non-renouvelable)
 - Limitation des GES

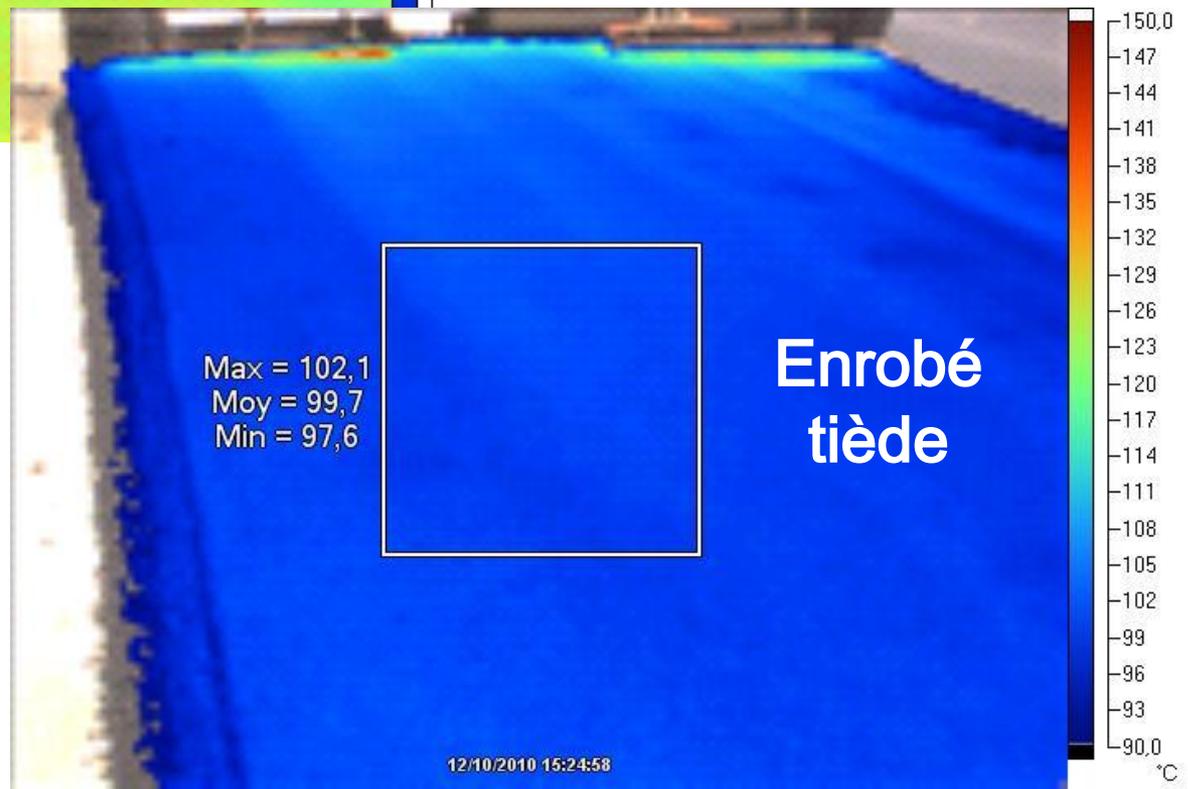
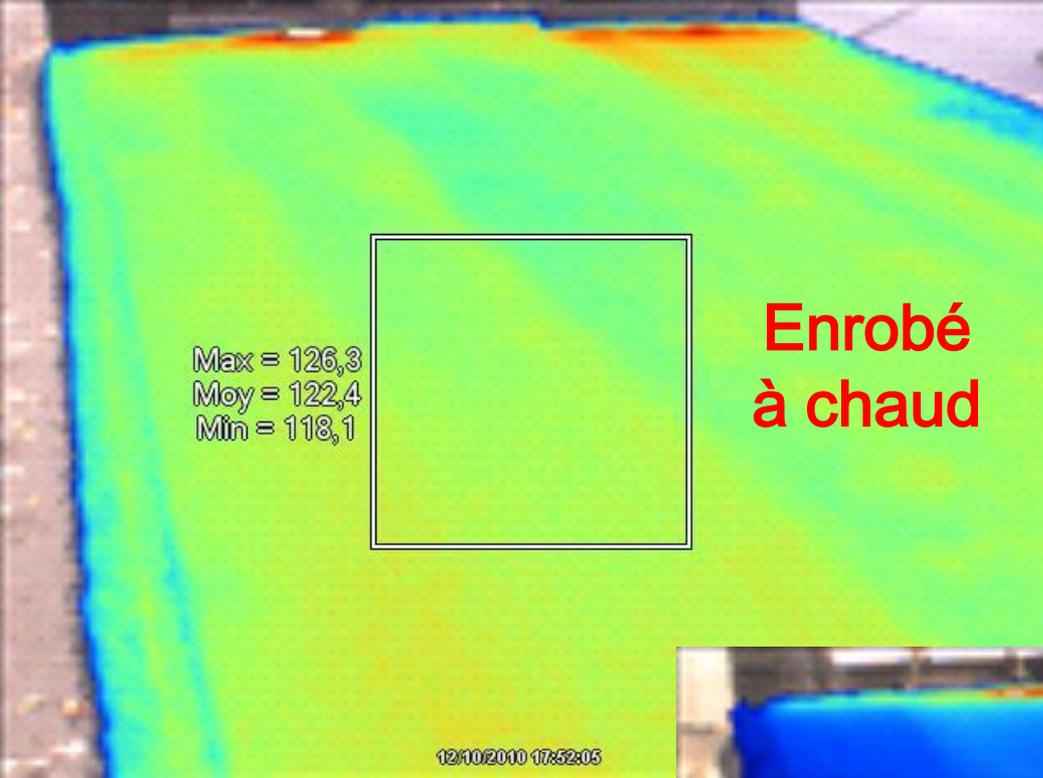
- ◆ Classification selon les températures de fabrication (malaxage)
 - Enrobés conventionnels (140 à 170°C)
 - **Enrobés tièdes (100 à 140°C*)**
 - Enrobés semi-tièdes (60 à 100°C)
 - Enrobés à froid (<60°C)

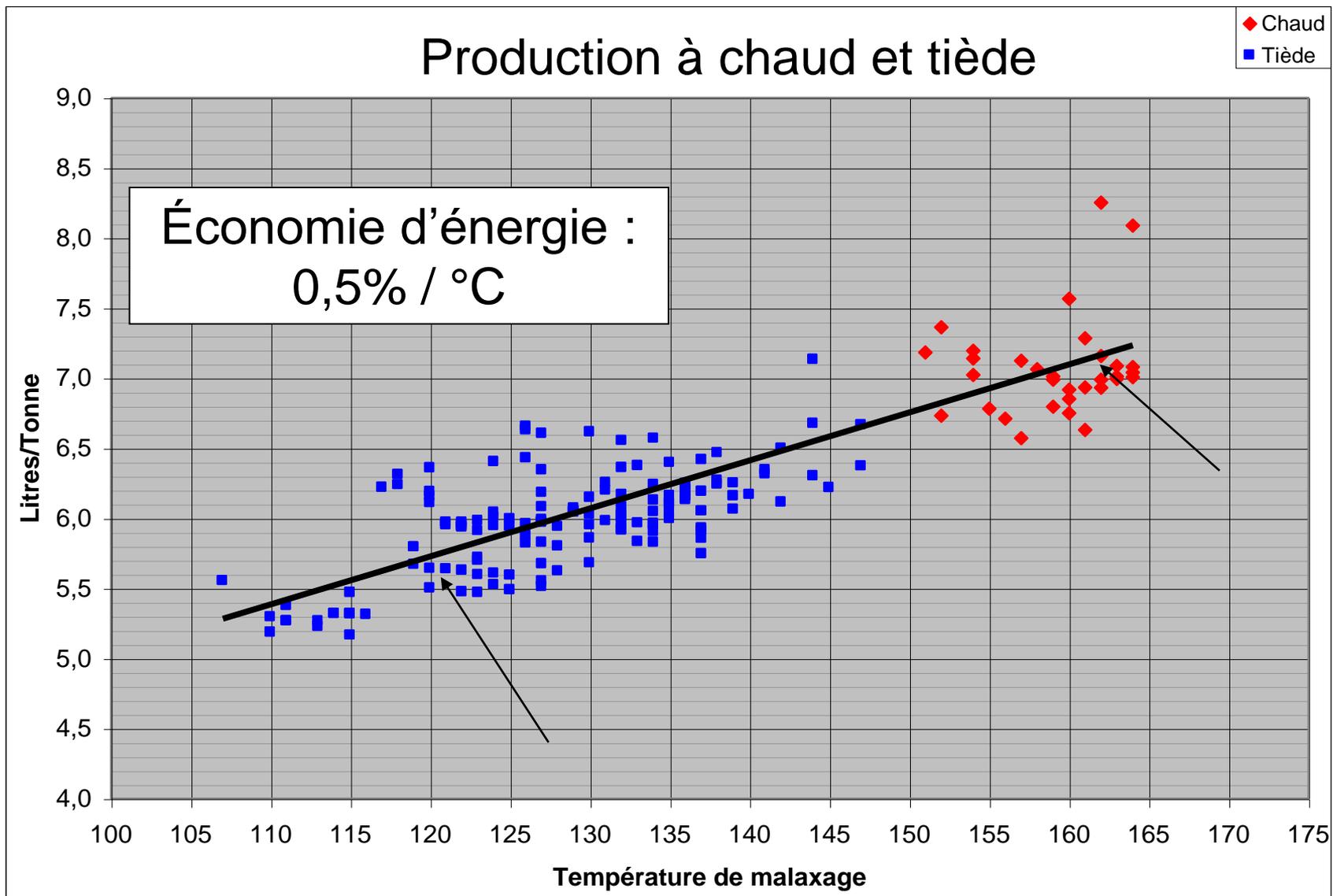
Enrobé à chaud



Enrobé tiède





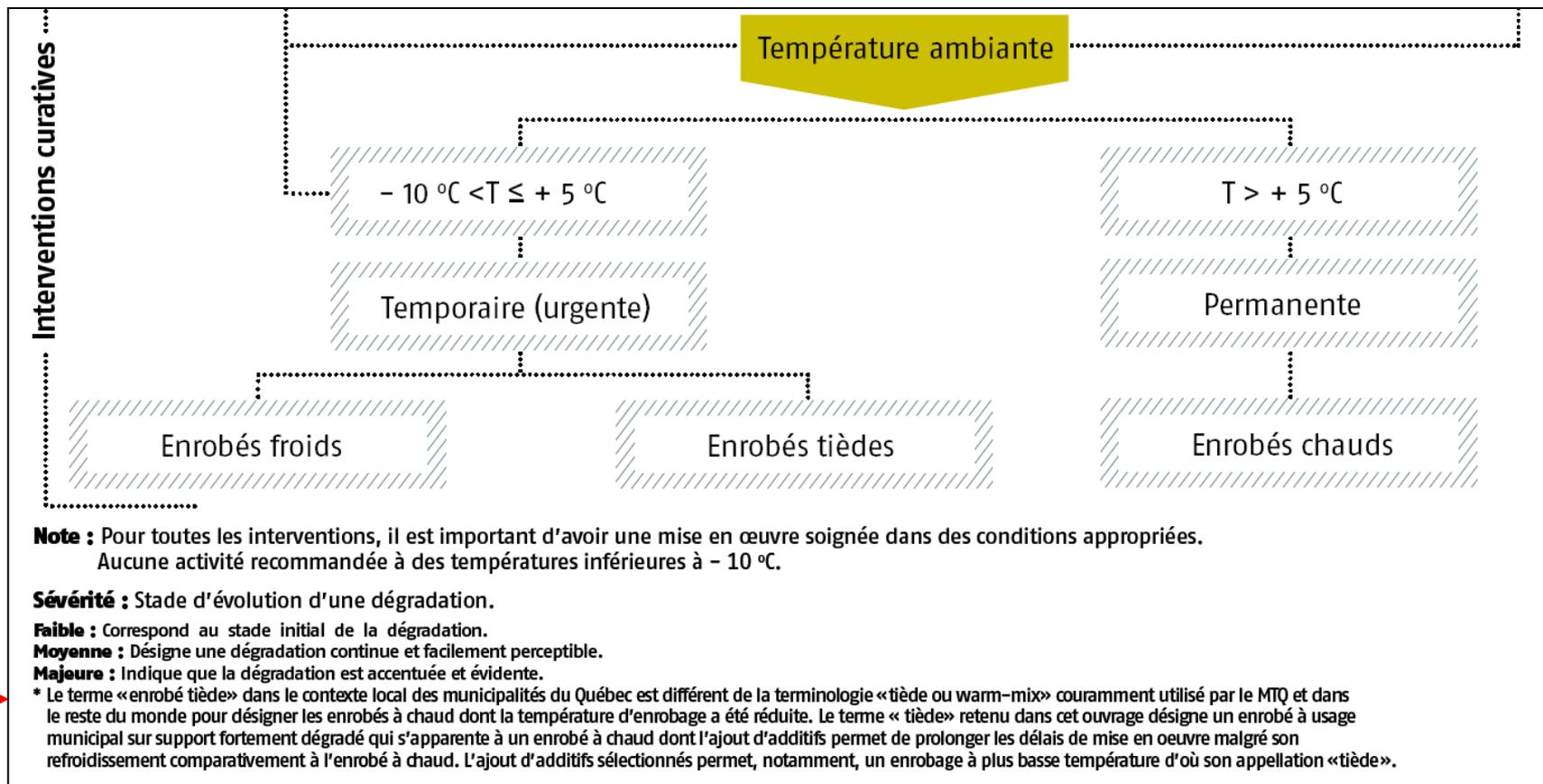


- ◆ Maintien ou amélioration des performances (conception)
 - Diminution de l'oxydation du liant
 - Meilleure résistance à la fatigue et à la fissuration
 - Orniérage : peu d'études démontrent une baisse de performance
 - Compatible avec l'incorporation de recyclé (> 15% RAP)

- ◆ Certains additifs permettent de faciliter la compaction (gain en durée de vie), température à moduler selon la maniabilité et les conditions
 - Pavage en arrière-saison
 - Pavage de nuit
 - Distances de transport allongées
 - Mélanges plus raides
 - Couches minces sur support froid
 - Ouvrages d'art (aucune vibration)
 - Recouvrement de bouche-fissures

- Valider la non-dégradation de l'additif

- 1- Enrobé tiède qui rencontre la définition « internationale » du Warm-Mix Asphalt (WMA)

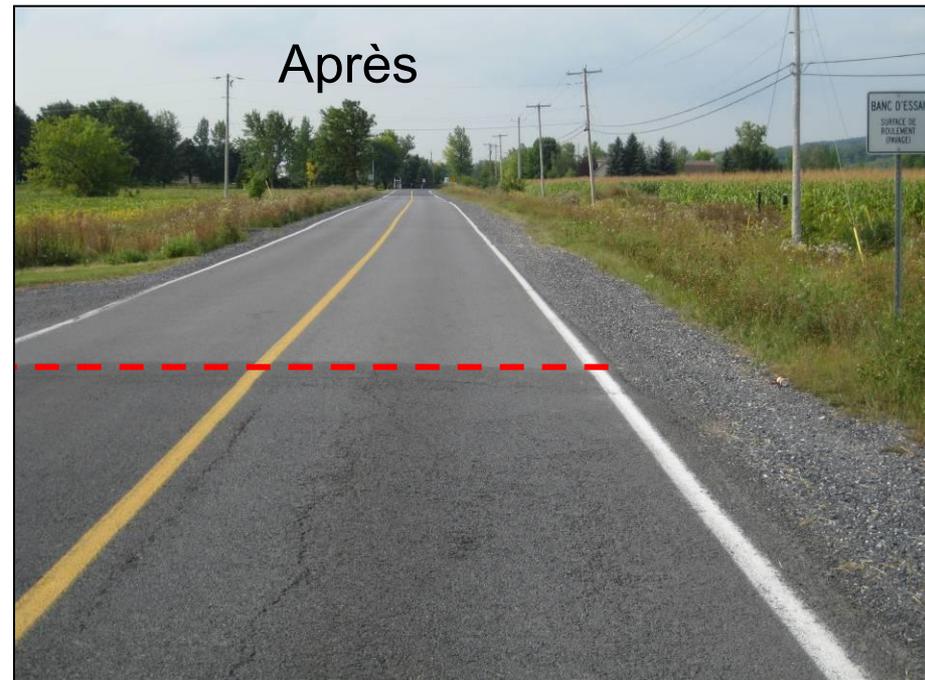


- ◆ Attention : dans le milieu municipal, trois appellations « tiède » cohabitent dans le contexte local du Québec (voir guide Nids-de-poule du CERIU)
 - 2-Enrobé tiède flexible avec délais allongés d'application manuelle
 - Maniabilité et temps de conservation de 1 à 5 jours, mise en œuvre entre 40 et 90°C, compactage facilité



Trois appellations « tiède »

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



◆ Début :

- Europe : 1995-1999 (Allemagne et Norvège)
 - France : 2000-2001
- USA : 2004
- Canada : 2005
 - Province du Québec : 2005 à la Ville de Montréal

◆ USA en 2010

- 48 millions de tonnes de WAM sur 360 M = 13% des enrobés sont des enrobés tièdes (avec additif)
- 5% en 2009
- Certains DOT ont un objectif de 40%

- ◆ Différents procédés brevetés dont les principes ont un but commun :
 - Modifier temporairement les propriétés de l'enrobé
 - Réduction de la viscosité du liant durant l'enrobage et/ou apport de lubrification du contact granulats/bitume favorisant l'enrobage et le compactage

◆ Plus de 20 technologies disponibles en Amérique du Nord



warmmixasphalt.com

[Contact Us](#)

[HOME](#) [ABOUT US](#) [ABOUT WMA](#) [PUBLICATIONS](#) [WMA TECHNOLOGIES](#) [SUBMISSION FORM](#)

QUICK FINDS

[WMA Best Practices](#) >>>

[WMA European Practice](#)

[Report](#) >>>

[TWG Meetings](#) >>>

PLEASE NOTE:

The contents of this web site are to promote the understanding of warm-mix asphalt during its research and development phase in the United States. This web site cannot be used to promote or single out any one specific asphalt technology.

Warm-mix Asphalt, the Wave of the Future

Warm-mix asphalt technologies allow the producers of asphalt pavement material to lower the temperatures at which the material is mixed and placed on the road. Reductions of 50 to 100 degrees Fahrenheit have been documented. Such drastic reductions have the obvious benefits of cutting fuel consumption and decreasing the production of greenhouse gases. In addition, engineering benefits include better compaction on the road, the ability to haul paving mix for longer distances, and extending the paving season by being able to pave at lower temperatures.

[Read more about the benefits of warm-mix asphalt](#) >>>

SUBMIT FOR PUBLICATION

Do you have a presentation or report on warm-mix asphalt to share?

[SUBMIT NOW](#) >>>



Mark Your Calendar! 2nd International Conference on Warm-mix Asphalt October 11-13, 2011

The 2nd International Conference on Warm-mix Asphalt will be held October 11-13, 2011 in St. Louis, Missouri at the Hyatt at the Arch. This two and a half-day conference will provide a progress report on the implementation of warm mix. From the early development of warm-mix technologies in the late 1990s in Europe to the widespread implementation throughout the U.S., numerous innovations in

NEWSLETTER

Sign up for our newsletter!

Enter Email Address

◀ Moussage du bitume

- Eau dosée
- Eau avec expansion « améliorée »
- Eau + additifs chimiques

◀ Additifs chimiques (amines)

- Dope d'adhésivité (« anti-strip »)

◀ Additifs organiques

- Cires

◀ Viscosité réduite spécifique au type de liant

- Liant végétal

- ◆ Au Québec, on assiste à un démarrage lent en raison de :
 - Résistance humaine au changement (manque de conviction/initiative)
 - Clients et entrepreneurs
 - Préoccupations principales du client
 - Surcoût à déboursier et impression d'exclusivité
 - Risque de chaque démarrage
 - Données trop récentes pour se sécuriser sur la performance à long terme
 - Absence de spécifications
 - Incertitudes sur les gains environnementaux annoncés
 - Préoccupation principales de l'entrepreneur
 - Investissement retardé en fonction du faible volume par centrale
 - Volume variable annuellement selon le contexte local et retombées à court terme de son investissement
 - Vision sur la réelle émergence de la technique des enrobés tièdes tant qu'il n'y a pas de spécifications concrètes (obligations)

◆ Approche TOP-DOWN

- Vision (Politique « Verte », Développement durable. ...)
- Procédures administratives
- Établissement d'objectifs et diffusion
- Devis : clauses permissives (incitatif) ou obligatoires
 - Soumission
 - Entrepreneur
 - » Fournisseur
 - Contrat
 - Planche d'essai
 - Suivi
 - Retour sur investissement

◆ Approche BOTTOM-UP

- Entrepreneur (parfois fournisseur)
- Planche d'essai
- Contrat
- Ingénieur de la Ville (veille technologique)
- Suivi
- Rapport à la Direction

- ◆ Pour un premier démarrage, il faut donc trouver :
 - Un client convaincu (top-down) ou un ingénieur motivé (bottom-up)
 - Un entrepreneur obligé (top-down) ou motivé (bottom-up)
 - Une centrale propice
 - Un chantier à proximité de la centrale équipée
 - Éviter des coûts de transport additionnels
 - Réduction d'énergie à la centrale > énergie additionnelle pour transport
 - Un partenariat technique client-fournisseur
 - Une planche d'essai
 - Un suivi sur une période « x »

◀ L'approche « bottom-up » a permis de démarrer en 2005 les premiers projets d'enrobés tièdes avec la Ville de Montréal

➤ Et dès 2006 avec le MTQ

◆ Ville de Gatineau (2008-2009)

- Via le volet « Écoresponsable » pour justifier en interne un surcoût



Réfection des rues 2008 – Groupe 1

4.8.6 Enrobé tiède

À la demande du surveillant, l'Entrepreneur doit fournir et mettre en place un enrobé tiède pour les couches de base, intermédiaires et de surface. L'enrobé tiède doit être fabriqué et mis en place à une température d'enrobage moins élevée de 30 degrés Celsius tout en conservant les performances des enrobés conventionnels. L'ajout d'additif permettra de réduire la température d'enrobage. Aucun malaxage en une étape avec incorporation d'eau liquide ou utilisation de solvants n'est accepté comme additif pouvant abaisser la viscosité du liant. La formulation doit être conforme à la norme 4202 du MTQ. Les normes et spécifications pour la fabrication et la mise en œuvre des enrobés à chaud doivent être respectées. L'Entrepreneur doit démontrer dans sa soumission son expertise et sa capacité à fabriquer et à mettre en œuvre de tels enrobés.

◆ Ville de Gatineau (2008-2009)

1.17	Fondation supérieure, pierre concassée MG-20, 250 mm d'épaisseur	m ²	16800	\$	\$
1.18	Reprise de fondation inférieure, pierre concassée MG-56	t.m.	1000	\$	\$
1.19	Reprise de sous-fondation, en matériau granulaire MG-112	t.m.	1000	\$	\$
1.20	Enrobé bitumineux de type ESG-14, PG 64-34, 120 mm d'épaisseur (2 couches de 60 mm)	m ²	16800	\$	\$
1.21	Enrobé bitumineux de type ESG-10, PG 70-28,40 mm d'épaisseur	m ²	15600	\$	\$
1.22	Supplément pour enrobé tiède, 160 mm d'épaisseur	m ²	16800	\$	\$
1.23	Enrobé bitumineux pour zone d'arrêt d'autobus, ESG-10 anti-orniérant, PG-82-28, 60 mm d'épaisseur	m ²	1200	\$	\$

- ◆ Ville de Gatineau (2010)
 - Obligation

3.4 COUCHE DE BASE DE PAVAGE (GB-20, 120 MM)

À cet article, le soumissionnaire doit fournir un prix unitaire à la tonne métrique incluant le coût de toute la main-d'œuvre, les matériaux, les matériels et les services nécessaires à la complète exécution de ces travaux, incluant sans s'y limiter la fourniture et la mise en place de la couche de base de pavage GB-20 d'une épaisseur totale de 120 mm posée en une seule couche. Le bitume sera de grade PG 64-34. Le taux de compaction sera entre 93 et 98 %.

→ L'enrobé utilisé doit être un enrobé tiède, c'est-à-dire un enrobé dont la température de fabrication et d'utilisation est inférieure d'au moins 30°C à celle d'un enrobé régulier.

Les travaux seront effectués selon les cahiers « Matériaux » et « Enrobés bitumineux à chaud » du devis normalisé de la Ville de Gatineau.

◆ Ville de Gatineau (2011)

➤ Essais spécifiques complémentaires



Réfection de chaussée 2011

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.

2.5

ENROBE BITUMINEUX TYPE ESG-10 (PG64-34 ENROBE TIÈDE)

Cet item comprend tous les travaux requis pour la fourniture et la pose d'un enrobé bitumineux de type ESG-10 (PG64-34). Les travaux comprennent sans s'y limiter au nettoyage des surfaces avant pavage, l'application d'un liant d'accrochage (0.20 l/m²) sur les surfaces à paver, la fourniture, la pose et la compaction d'un enrobé bitumineux de type ESG10 (PG64-34). Cet enrobé tiède doit être fabriqué et mis en place à une température d'enrobage moins élevée de 30° Celsius que les enrobés conventionnels, tout en conservant les performances des enrobés conventionnels. Les surfaces auront en moyenne 60mm d'épaisseur.

Travaux sur Boulevard Greber



ESG-10 PG 70-28



Ville de Québec (2011)

4.1.24 Ajustement pour enrobé tiède

4.1.24.1 Généralités

Le Directeur peut exiger de l'Entrepreneur, qu'il fournisse et pose un enrobé de bitumineux tiède en remplacement d'un enrobé conventionnel prévu au bordereau des prix.

L'enrobé tiède doit être fabriqué à une température d'enrobage moins élevée de 30 degré Celcius par l'ajout d'un additif chimique. Aucun malaxage en une étape avec incorporation d'eau liquide ou utilisation de solvants n'est accepté comme additif pouvant abaisser la viscosité du liant. La formulation de l'enrobé doit être conforme aux exigences du *Devis des clauses techniques générales – Volume 1*. Les normes et spécifications pour la fabrication et la mise en place des enrobés à chaud doivent aussi être respectées.

Aux fins d'approbation par le Directeur, l'Entrepreneur devra fournir, deux semaines avant la réalisation des travaux, les indications relatives à la méthode qu'il entend utiliser.

Il est à noter que la quantité d'enrobé tiède visée lors d'une éventuelle demande, serait d'au moins l'équivalent d'une journée de production d'enrobé, soit environ 1 000 tonnes.

4.1.24.2 Mode de paiement

À l'article intitulé « Ajustement pour enrobé tiède » du bordereau des prix, l'Entrepreneur doit fournir un prix unitaire (à la tonne métrique) qui correspond au coût additionnel qu'engendre la fourniture et la mise en place de l'enrobé tiède par rapport à un enrobé conventionnel.

À titre d'exemple, pour un changement égal à 1 000 tonnes métriques d'un mélange ESG-10 vers un mélange tiède ESG-10, l'Entrepreneur se verrait rémunéré pour 1 000 tonnes à l'article intitulé « Enrobé bitumineux ESG-10 » et aussi pour 1 000 tonnes à l'article intitulé « Ajustement pour enrobé tiède ».

◆ Ville de Québec (2011)

	Enrobés bitumineux (incluant les cales de rehaussement)				
2.3.3	EB-20	250	t	_____ \$	_____ \$
2.3.4	EB-10S	9 500	t	_____ \$	_____ \$
2.3.5	ESG-10 (PG 58-34)**	1 900	t	_____ \$	_____ \$
2.3.5.1	ESG-10 (PG 68-34) – Intersection ave Saint-Sacrement et boul. Charest	75	t	_____ \$	_____ \$
2.3.6	EB-10C	1 700	t	_____ \$	_____ \$
2.3.7	Ajustement du prix de bitume		t	_____ \$	<u>0,00</u> \$
2.3.8	Ajustement pour enrobé tiède**	1 000	t	_____ \$	_____ \$
2.3.9	Pavage de coupe à la main**	100	t	_____ \$	_____ \$

Ville de Farnham (2011)

Clauses administratives particulières

1

1. PRESCRIPTIONS ADMINISTRATIVES

1.1 **Nature du marché**

Le présent contrat est à prix unitaire tel que défini à l'article 1.4 de l'Avis aux soumissionnaires. Le présent devis fait partie intégrante du contrat à intervenir entre l'adjudicataire et la Ville de Farnham.

1.2 **Matériaux**

L'entrepreneur devra utiliser obligatoirement l'un des enrobés bitumineux tiède et flexible suivant :

Ville de Montréal

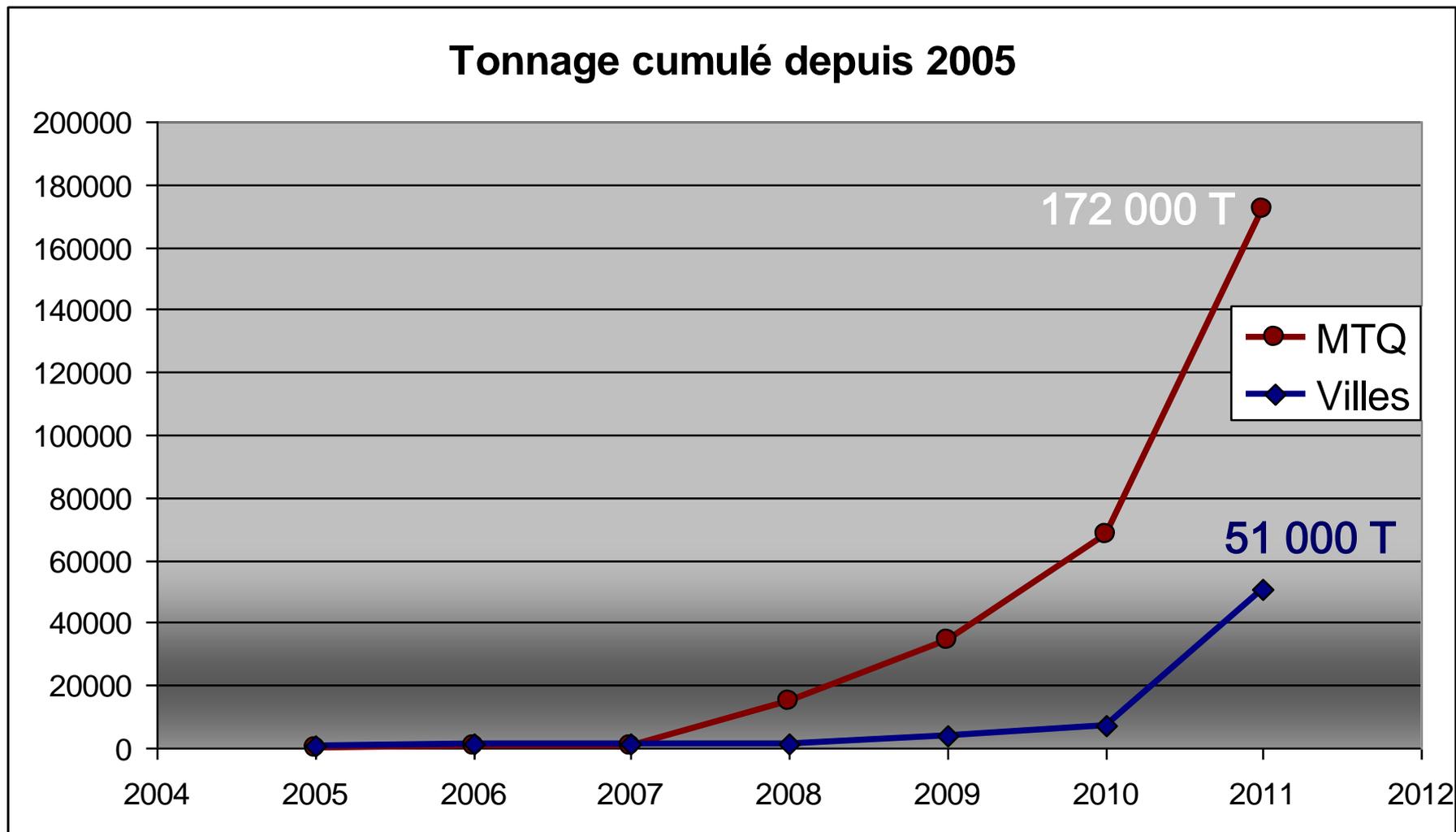
- Plan de développement durable
- La Ville se prononcera à partir du rapport en cours du CIRAIG par analyse environnementale par éco-comparateur sur les enrobés tièdes

Tonnage octroyé en milieu municipal

Ville	Technologie							Remarque
	DJL Aspha-Min	Coco Hypertherm	McAsphalt Evotherm 3G	McAsphalt Evotherm DAT	Kildair Cecabase	Bitumar Sonne warmix	???	
Année	Moussage	Additif chimique	Additif chimique	Add. Chim.+ moussage	Additif chimique	Additif organique		
Montréal								
2005	50							
2005	100							
2005	350							
2006	175							
2006	400							
2008	475							
2010				600				Projet TFE
Gatineau								
2008		permissif						
2009		2400						
2010		8300						
2010			2500					1000T reporté 2011
2011			23000					2000T pour 2012 ?
2011			7500					
2011							4000	Reporté 2012 ?
Québec								
2010					tentative			Tentative annulée
2011			1000					
2011			1000					
2011						800		
Farnham								
2011						6500		Tonnage à confirmer

Comparatif avec le MTQ

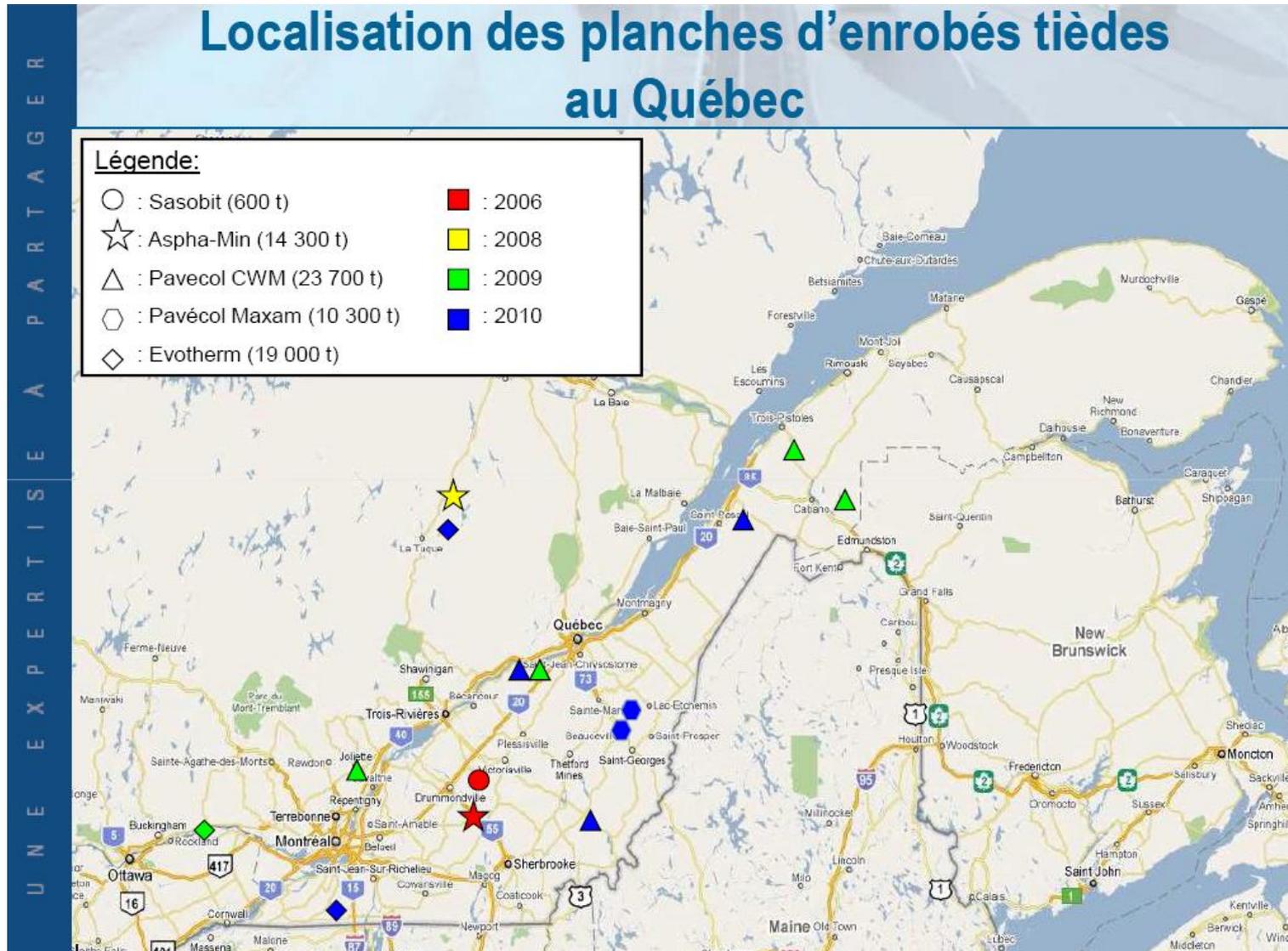
Tonnage cumulé depuis 2005



Localisation des planches d'enrobés tièdes au Québec

Légende:

- | | |
|------------------------------|----------|
| ○ : Sasobit (600 t) | ■ : 2006 |
| ☆ : Aspha-Min (14 300 t) | ■ : 2008 |
| △ : Pavécol CWM (23 700 t) | ■ : 2009 |
| ◇ : Pavécol Maxam (10 300 t) | ■ : 2010 |
| ◇ : Evotherm (19 000 t) | |



◆ Le MTQ a émis une instruction technique en mars 2011

- Devis-type sous peu
- Changement au CCDG et norme 4101 à venir pour la saison 2012

Instruction technique - Saison 2011

1 de 9

DEMANDEUR : Service des matériaux d'infrastructures / Secteur Enrobés

DATE DE LA DEMANDE : 25 mars 2011

OBJET : Enrobés tièdes

Techniques

Depuis quelques années, plusieurs techniques d'enrobés tièdes (warm mix asphalt) ont traversé l'Atlantique et ont été implantées en Amérique du Nord avec succès. Près de 75 000 tonnes d'enrobés tièdes ont été posées sur le réseau du MTQ depuis 2007. Les enrobés tièdes permettent une réduction de la température de malaxage à l'usine et de la température de compactage au chantier (environ 30°C dans les deux cas), une économie d'énergie lors de la production des enrobés, une réduction des émissions et des gaz à effet de serre. De plus, le malaxage des enrobés à plus basse température contribue à réduire l'oxydation du bitume, ce qui améliore la résistance à la fatigue et la résistance au retrait thermique.

Les techniques Pavécol, Evotherm® (DAT et 3G), Sasobit®, Aspha-Min®, Maxam et Astek ont été utilisées au Québec sur le réseau du MTQ. Toutes ces techniques ont été testées dans le cadre de projets expérimentaux. Un suivi de comportement sera réalisé sur une période minimale de 2 ans avant de reconnaître une technique en usage libre et ce, si les résultats sont équivalents ou supérieurs à ceux d'un enrobé produit à chaud conventionnel. Des relevés de thermographie sont également réalisés lors de la mise en œuvre afin de vérifier la ségrégation thermique. Lors de leur mise en place, les enrobés tièdes demandent les mêmes précautions que celles prises pour les enrobés conventionnels. Les dates butoirs du MTQ pour la pose d'enrobé doivent être également respectées pour les enrobés tièdes.

Source MTQ

Coûts

Chaque technique comporte des coûts d'investissements à l'usine et/ou des coûts en additifs. Les réductions des coûts d'énergie de fabrication ne permettent généralement pas de couvrir, pour le moment, les frais d'investissements et d'additifs nécessaires. Les agences de transports et autres donneurs d'ouvrages doivent s'attendre à payer un surplus pour chaque tonne produite d'enrobé tiède. Les coûts supplémentaires varient entre 2,50 \$ et 4,00 \$ par tonne d'enrobés. Une diminution notable du prix a été constatée dans la dernière année et cette tendance continuera si le MTQ augmente le tonnage d'enrobés tièdes posé sur son réseau.

Procédures à suivre pour la réalisation de projets pilotes

Lorsqu'un fournisseur d'une technique d'enrobés tièdes veut tester son produit, il doit trouver un entrepreneur intéressé, ayant un contrat avec le MTQ, et contacter les intervenants de la direction territoriale concernée. Après l'identification du projet, la direction territoriale avisera les représentants du Service des matériaux d'infrastructures, pour définir la nature du projet i.e. technique choisie, emplacement, tonnage, coûts supplémentaires, etc. Un suivi de comportement sera réalisé sur chaque projet.

La Direction du laboratoire des chaussées suit de près le comportement des enrobés tièdes et aucune contre-performance due à ces techniques n'a été observée sur les contrats réalisés. Le comportement des enrobés tièdes est jusqu'à présent très bon et les techniques peuvent être utilisés avec confiance.

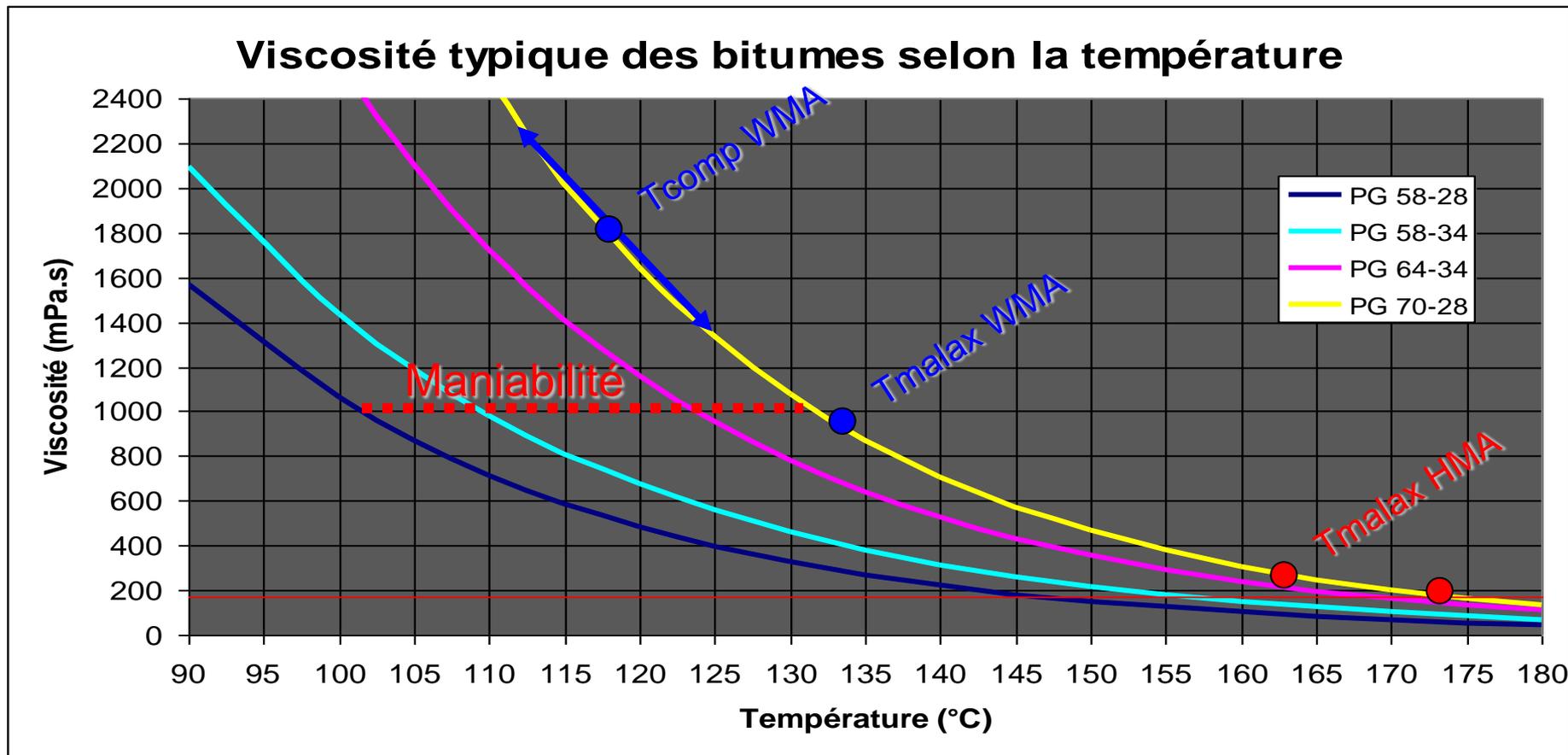
Préparé par : Michel Paradis, ing. M.Sc. et Louise Boutin, ing.

25 mars 2011

- ◆ Environ 8 à 10 technologies disponibles au Québec
 - Pour la plupart, accessible à n'importe quel entrepreneur donc compétitivité
- ◆ Quelques techniques supplémentaires utilisées au MTQ
- ◆ Valeur ajoutée, toute technique confondue : 2 \$/T à 5 \$/T
 - Gain économique en énergie < coûts de la technologie
 - Coûts d'accès à la technologie ou modifications à la centrale
 - Faible volume, appropriation des techniques
 - Logistique supplémentaire (nombre limité de réservoir)
 - Réglage optimal de la centrale, planches internes, suivi
 - Stratégie de retour sur investissement
- ◆ À moyen terme, le prix devrait tendre à baisser en raison de :
 - Appropriation complétée
 - Compétitivité par volume significatif
 - Prix des fournisseurs
 - Coût de l'énergie qui continue d'augmenter

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





- ◆ Il faut envisager de modifier le processus actuel
 - Nouvelles ouvertures dans les clauses contractuelles pour implanter l'utilisation des enrobés tièdes
 - À court terme, la stratégie d'un appel d'offres avec spécifications permissives aux enrobés tièdes sur 1 ou 2 années avant de l'implanter officiellement des spécifications semble être l'approche la plus viable
 - Rétroaction du marché local

◆ Points à surveiller

- Compactabilité ≠ maniabilité
 - Travail manuel (urbain, joints)
 - Mélanges semi-grenus de type ESG-10 sont plus propices à la ségrégation
- Abaisser la température de malaxage a ses limites
 - Certaines technologies sont plus sensibles selon le grade de bitume

◆ Procédures à finaliser pour éliminer la confusion durant la surveillance

- Devis de référence (certaines villes)
- Modifications du CCDG en cours pour la saison 2012
- Attestation de conformité du fournisseur ou entrepreneur
- Essais en labo (échantillon refroidi et rechauffé pour analyse :
Température de compaction en labo)

- ◆ Certains donneurs d'ouvrage ont emboîté le pas
 - Rien ne semble limitatif
 - Performances confirmées
 - Gains environnementaux/santé observés
 - Durée de vie améliorée (gain en compaction)
 - Compatibilité avec le recyclage

- ◆ Modifications simples aux spécifications
 - Températures de fabrication
 - Températures de mise en œuvre ?

- ◆ Technologies non-exclusives pour la plupart = possibilité de compétitivité

- ◆ Valeur ajoutée de 2 à 5 \$/T avec gain en durée de vie

- ◆ Maurice Lemire, Ville de Gatineau
- ◆ Marc-André Langlois, Ville de Québec
- ◆ Benoit Champagne, Ville de Montréal
- ◆ Fournisseurs de technologies tièdes

Merci de votre attention !