



SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE LA MISE ŒUVRE

Mourad Benkouar, ing., M.Sc.

Groupe Qualitas inc., membre du groupe SNC-Lavalin



SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE LA MISE ŒUVRE

Points importants à surveiller, lors de la mise en œuvre des enrobés,
ayant un impact majeur sur la qualité final du revêtement

PRINCIPAUX TYPES D'OUVRAGE

- › Autoroutes et routes
- › Rues en milieu urbain
- › Aires industrielles et de stockage
- › Pistes d'aéroports
- › Stationnements centres commerciaux
- › Pistes cyclables
- › Entrées de résidences privées

PRINCIPAUX DÉFAUTS

- › Soulèvement et tassement
- › Fissures
- › Ornières
- › Décollement des couches
- › Décollement et usure des joints
- › Arrachement
- › Ségrégation
- › Ressuage

CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUE

La mise en œuvre des enrobés doit se faire lors de conditions météorologiques adaptées. Éviter les froids et les épisodes pluvieux

SPÉCIFICATIONS

- › Type de mélange
- › Formule approuvée
- › Type de bitume (attestation de conformité)
- › Taux de pose et épaisseur

PRÉPARATION DU SUPPORT

- › Fondations granulaires
- › Revêtement existant
- › Dalle de béton
- › Divers (drainage, structures enfouies, raccordement aux entrées privées)
- › Liant d'accrochage

PRÉPARATION DU SUPPORT

- Fondation granulaire Nivelée et compactée
- Pas de zones instables sous le passage du rouleau ou des camions
- Surface en enrobé propre et sèche prête à recevoir le liant d'accrochage
- Irrégularités du revêtement corrigées

AUTRES ÉLÉMENTS

- Drainage
 - Couronne de surface du revêtement 2 à 4 %
 - Pente longitudinale minimale de 1 % (pas de flaque d'eau)
- Compactage autour des structures enfouies
 - Tassement des fondations autour des structures enfouies est une cause importante de défaillance
- Entrées privées
 - Pente de raccordement adéquates
 - Drainage correct

LIANT D'ACCROCHAGE

- Nettoyage préalable (surface sèche, sans flaques d'eau)
- Quantité suffisante sans excès sur surface horizontales et verticales

LIANT D'ACCROCHAGE

- Uniformité
 - Tous les gicleurs doivent être opérationnels pour répartir uniformément le liant
- Temps de cure suffisant
 - Sensation collante sans que le doigt ne reste taché
 - Passage du Brun au noir

LIANT D'ACCROCHAGE

Les paramètres qui influencent le temps de cure

- › Température ambiante
- › Taux d'assèchement par le vent
- › Température de la base
- › Température de l'émulsion
- › Type d'émulsion
- › Utilisation de rupteurs

QUANTITÉ DE LIANT D'ACCROCHAGE

TAUX RÉSIDUEL DE BITUME

TABLEAU 4.1

La quantité de liant d'accrochage recommandée selon les usages

	TAUX RÉSIDUEL DE BITUME (l/m ²)	AVEC 60 % DE RÉSIDUEL (l/m ²)	AVEC 65 % DE RÉSIDUEL (l/m ²)
ENROBÉS «APRÈS RECYCLAGE À FROID»	0,10	0,17	0,15
ENROBÉS NEUFS	0,20	0,33	0,31
VIEUX ENROBÉS OU BÉTON LISSE	0,25	0,42	0,39
SURFACE FRAISÉE OU BÉTON RUGUEUX	0,30	0,50	0,46

LIANT D'ACCROCHAGE

QUANTITÉ INSUFFISANTE OU EXCESSIVE DE LIANT

- › Pas assez : collage inadéquat
- › Trop : durée de la cure augmentée + glissement des couches

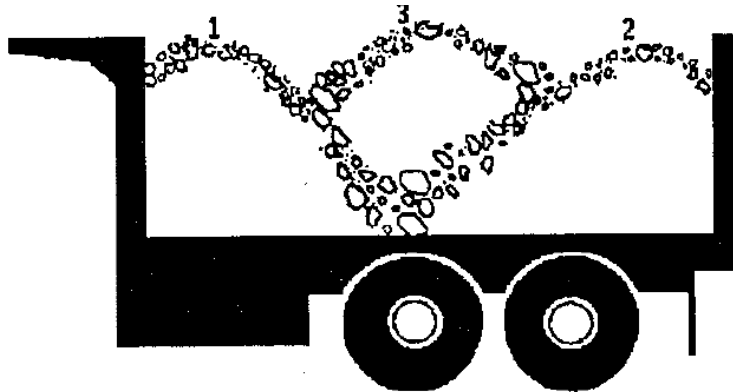
APPLICATION NON UNIFORME DE LIANT

- › Collage inégal ou absence de collage
- › Ajustement au niveau des gicleurs

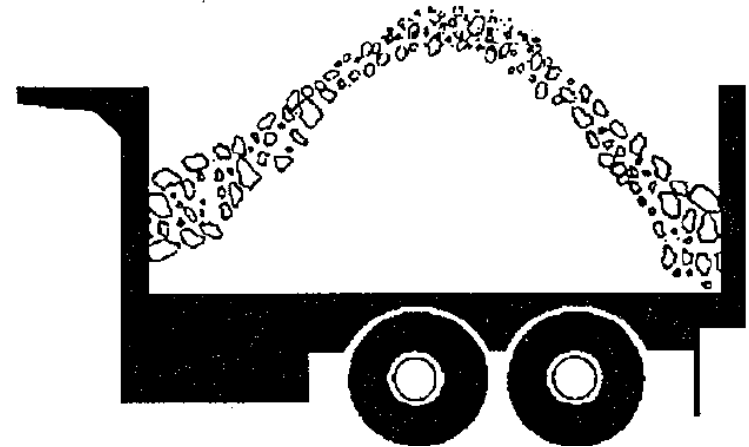
CHARGEMENT ET TRANSPORT DES ENROBÉS BITUMINEUX

- Minimiser les délais
- Réduire les risques de ségrégation
- Réduire la perte de température

CHARGEMENT DES CAMIONS



Correcte



Incorrecte

PROTECTION DU CHARGEMENT

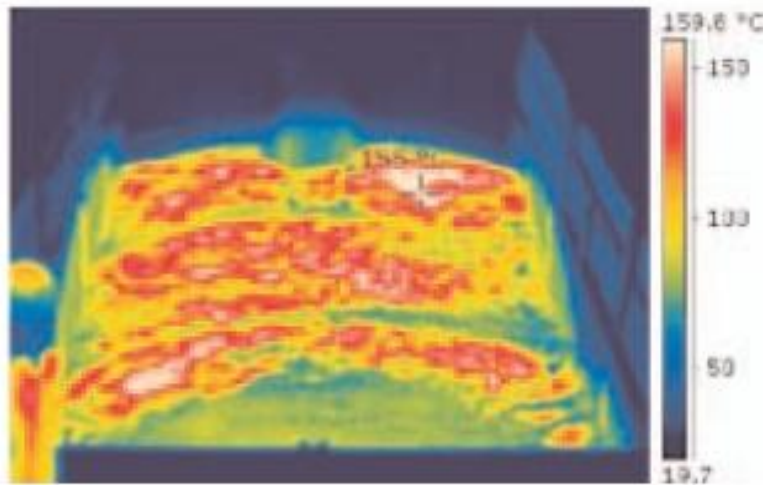


Correcte

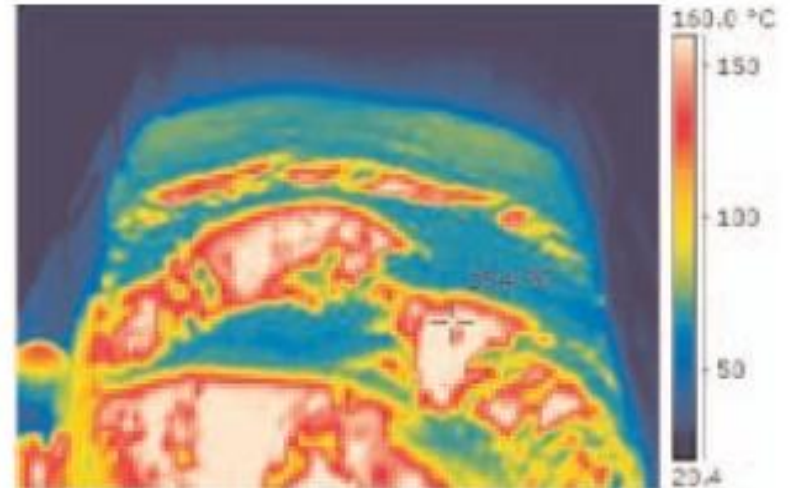


Incorrecte

EFFET DE LA BÂCHE



Bonne protection



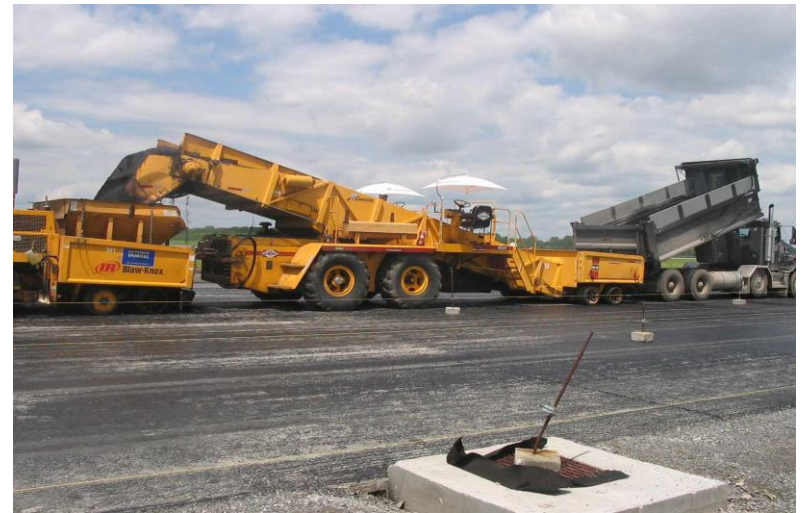
Protection déficiente

Thermographie : Rouge = chaud / Bleu = froid

MISE EN OEUVRE

- › Déchargement des camions
- › Épaisseurs minimales et maximales
- › Compactage
- › Joints

TRAIN DE MISE EN PLACE CAMION-VTM-FINISSEUR-ROULEAU



DÉCHARGEMENT DU CAMION

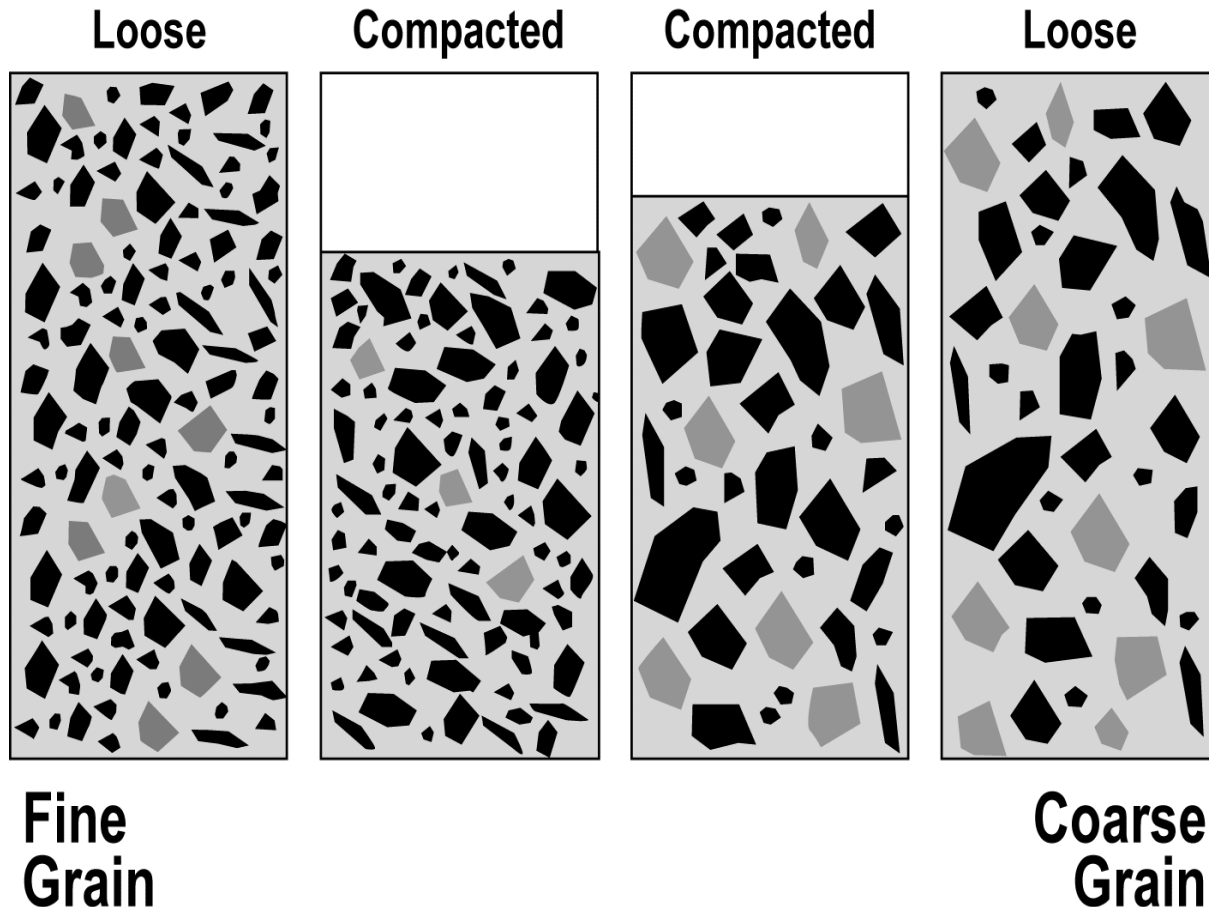


APRÈS DÉCHARGEMENT DU CAMION

- Toute accumulation qui tombe devant la trémie du finisseur doit être éliminée
- Nettoyage des camions à l'avant des finisseurs à proscrire



AJUSTER ÉPAISSEUR AVANT COMPACTAGE (+20 à 25 %)



ÉPAISSEURS MIN-MAX POUR CHAUSSÉE FORTEMENT SOLLICITÉE SELON MTQ

Type d'enrobé	Épaisseur de pose (mm)		
	Minimale	Optimale	Maximale
GB-20	80	100	120
ESG-14	60	70	80
ESG-10	40	60	70
ESG-5	25	45	60
EC-10	20	30	40
EC-5	10	20	30
EGA-10	40	60	70
EG-10	40	50	60
EGM-10	30	40	50
SMA-10	25	40	50
ECF	7	10	15

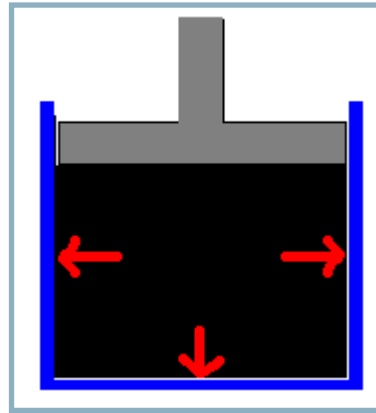
COMPACTAGE



Étape ayant le plus d'impact sur la durabilité et l'uni du revêtement.

ÉLÉMENTS ESSENTIELS AU COMPACTAGE

› Confinement



› Température adéquate et uniforme du tapis

VÉRIFICATION DU TAUX DE COMPACTAGE AVEC DENSIMÈTRES (NUCLÉAIRE OU DIÉLECTRIQUE) OU CAROTTES DU REVÊTEMENT



TAUX DE COMPACTAGE REQUIS

- Minimum : 93 % de la densité max. ou 97 % de la densité brute
- Objectif : 2 à 7 % de vides dans le revêtement final en place

FACTEURS INFLUENÇANT LE COMPACTAGE ASSOCIÉS À LA TEMPÉRATURE

- › Température de l'air ambiant
- › Température initiale du tapis
- › Température du substrat
- › Taux de refroidissement dû au vent
- › Épaisseur du tapis

PLAGE IDÉALE DE TEMPÉRATURE POUR UN COMPACTAGE OPTIMAL

Pas de limites absolues applicables à toutes les situations

Température trop élevée

- Déformations, déplacement latéral, fissures transversales

Température trop basse

- Compactage devient inefficace, microfissuration possible

PLAGE IDÉALE DE TEMPÉRATURE : RÈGLES GÉNÉRALES

- › Débuter le compactage à une température du tapis d'environ 140 ° C
- › Finir le compactage à une température du tapis > 90 ° C
- › Ne pas permettre le retour de la circulation avant refroidissement à moins de 45 ° C

PLAGES DE TEMPÉRATURE : RÈGLES GÉNÉRALES SELON LE TYPE DE BITUME

TABLEAU 6.6

Les températures d'épandage et de compactage des enrobés selon le type de bitume

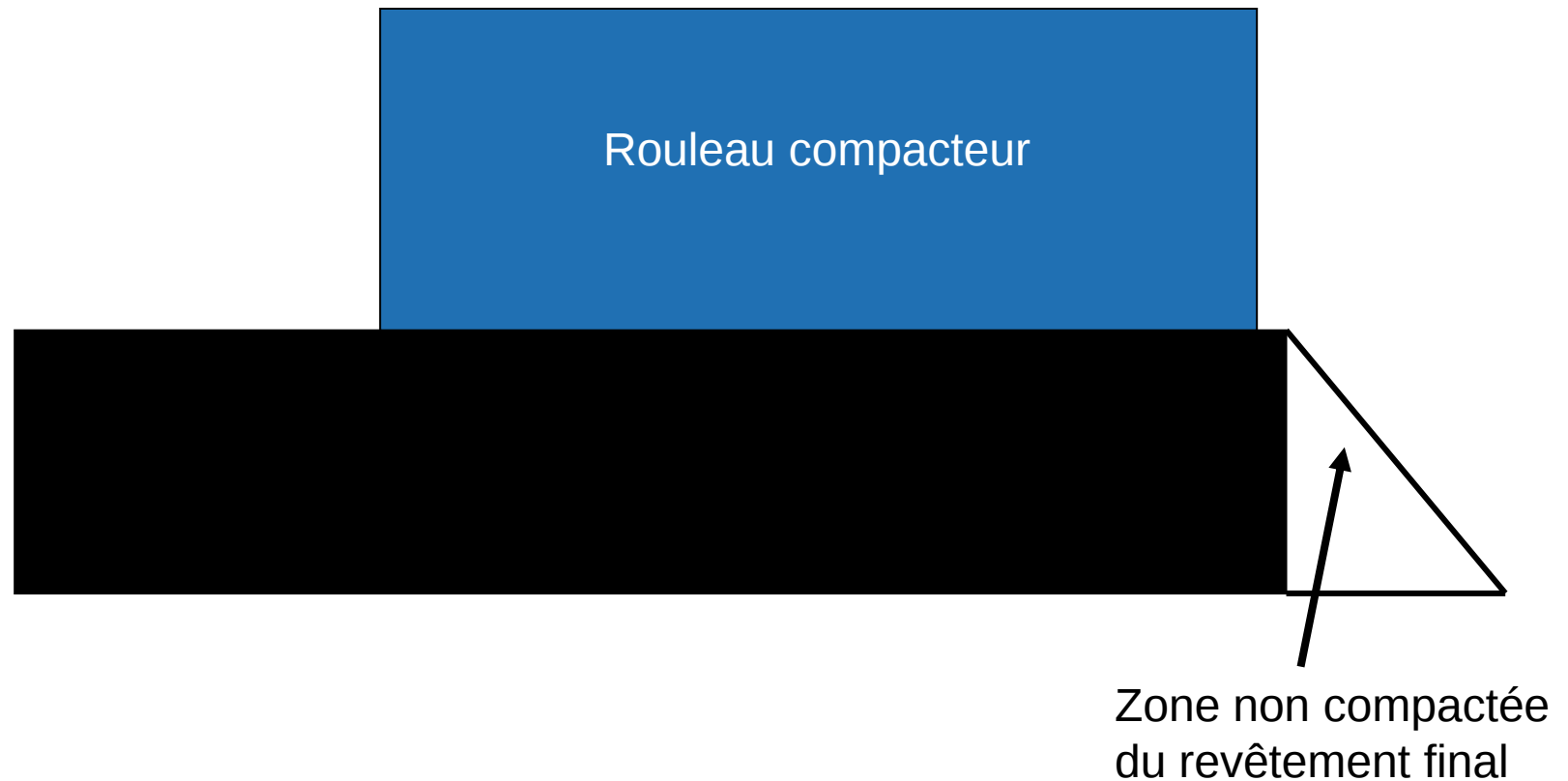
TEMPÉRATURE	BITUME	
	SANS POLYMÈRE (PG 58-28)	AVEC OU SANS POLYMÈRE (PG 70-34, 70-28, 64-28, 64-34, 58-34, 58-40, 52-40)
TEMPÉRATURE D'ÉPANDAGE À LA VIS	135 à 150 °C	150 à 165 °C
TEMPÉRATURE MINIMALE DES ENROBÉS AVANT LA PREMIÈRE PASSE DU ROULEAU COMPACTEUR	130 °C	145 °C
TEMPÉRATURE MAXIMALE DES ENROBÉS AVANT LA PREMIÈRE PASSE DU ROULEAU COMPACTEUR	157 °C	170 °C

NOTE: L'attestation de conformité accompagnant chaque livraison de bitume indique les températures minimales et maximales d'entreposage et de malaxage du bitume.

MISE EN ŒUVRE JOINTS

- Joints longitudinaux
- Raccordement longitudinal à un pavage existant
- Joints transversaux

DIFFICULTÉ SPÉCIFIQUE AUX JOINTS



JOINT APPARENT DANS UN REVÊTEMENT NEUF

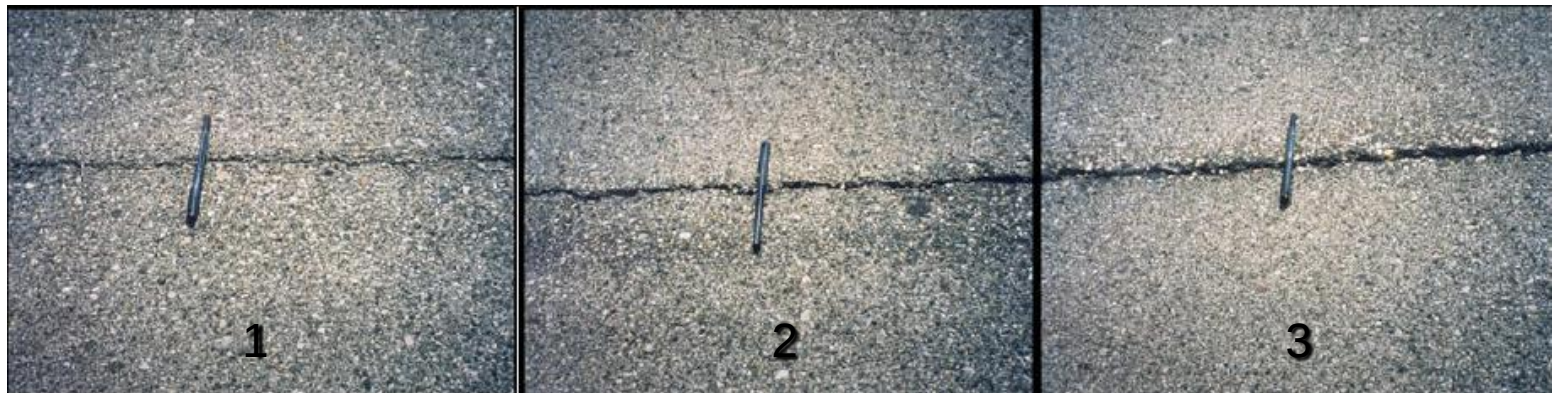


DIFFICULTÉ SPÉCIFIQUE AUX JOINTS

Évolution de la dégradation à court terme (3 ans)



Photo 1



OPTION DE RÉPARATION ?



Image provenant du site web www.wsdot.wa.gov

JOINT LONGITUDINAL BIEN CONSTRUIT



JOINT LONGITUDINAL BIEN CONSTRUIT



ÉLIMINER JOINTS FROIDS



Photo 4 – VTM de type Shuttle Buggy SB-2500B alimentant 2 finisseurs pour 3 voies de largeur (contrat 5671-06-0701)

EXEMPLE DE RECOUVREMENT ADÉQUAT AU JOINT LONGITUDINAL



COMPACTAGE DU JOINT LONGITUDINAL



JOINT TRANSVERSAL DE REPRISE OU D'EXTRÉMITÉ DE CHANTIER

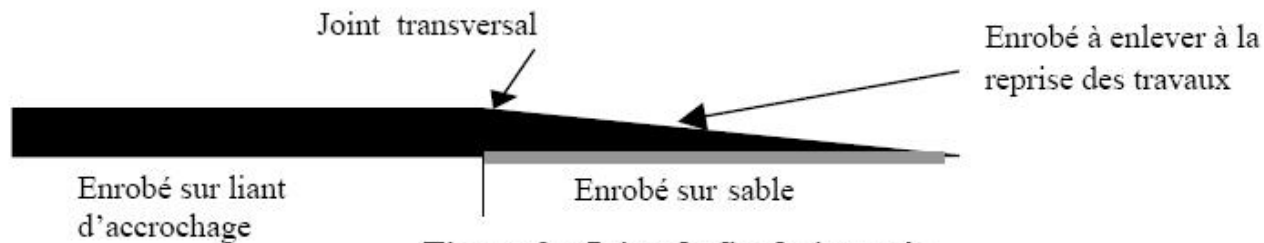
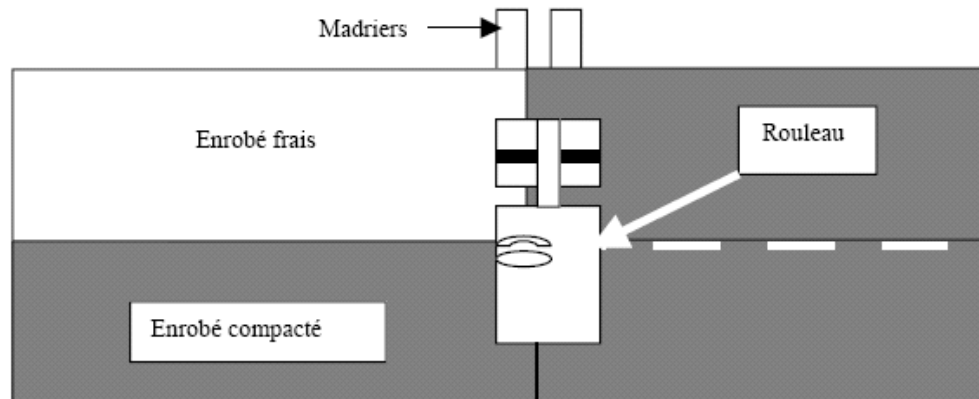


Figure 2 : Joint de fin de journée



COMPACTAGE D'UN JOINT TRANSVERSAL



COMPACTAGE DES DÉTAILS



PARTICULARITÉ DE MISE EN ŒUVRE SELON LES DIFFÉRENTS TYPE D'OUVRAGE

- Milieu urbain
- Stationnements intérieurs
- Grandes surfaces
- Pistes d'aéroports
- Ponts
- Pistes cyclables

MILIEU URBAIN

- › Assurer écoulement de l'eau (pentes et intersections)
- › Raccordements aux puisards et regards
- › Hauteur des trottoirs et des entrées charretières
- › Nombreux joints
- › Gestion de la circulation

STATIONNEMENTS INTÉRIEURS

- › Présence de membranes d'étanchéité à ne pas endommager
- › Charges admissibles (nouveau revêtement et équipements)
- › Réparation de la structure au préalable
- › Équipements vs hauteur de dégagement

STATIONNEMENTS INTÉRIEURS

- › Plan d'épandage vs obstacles et rampes (travaux manuels)
- › Plan de compactage en mode statique et avec des petits équipements
- › Éclairage d'appoint

GRANDES SURFACES

- Obtention du profil désiré avec peu de points de repères
(profil uni de la fondation)
- Raccords aux puisards avec pentes graduelles et surface unie,
exempte de flaques d'eau

GRANDES SURFACES

- › Plan d'épandage vs agencement complexe de bordures
- › Raccordement aux zones d'épaisseur variable pour forte et faible circulation

PISTES D'AÉROPORTS

- › Longueur exceptionnelle des travées pour éliminer joints transversaux
- › Uni et alignement de longues travées
- › Bon drainage et absence de flaques d'eau

PISTES D'AÉROPORTS



- Éviter ségrégation et ressuage (mélanges plus riches en bitume)
- Raccordements aux systèmes de signalisation lumineux encastrés
- Joints avec revêtements contigus en béton

PONTS

- › Assurer qualité de la membrane d'étanchéité
- › Masse maximale des équipements vs capacité du pont
- › Enlèvement du vieux revêtement par décapage
- › Plan de compactage en mode statique

PISTES CYCLABLES

- › Utilisation d'un finisseur de petite dimension
- › Fondation granulaire suffisante > 150 mm
- › Support latéral (fondation excède de 300 mm)
- › Utilisation d'un enrobé EB-10 C de 50 mm d'épaisseur minimum

PAVAGE PAR TEMPS FROID

- › Si épaisseur < 50 mm, température ambiante > 10 °C et à la hausse
- › Si épaisseur >= 50 mm, température ambiante > 2 °C et à la hausse
- › Si possible, augmenter l'épaisseur de pose
- › Températures minimales du tapis, mesurées à la vis pour assurer compactage
- › Qualité des joints (2 finisseurs rapprochés + bandes courtes)

RÉFÉRENCES

- Guide de mise en œuvre des revêtements bitumineux de l'association Bitume Québec (version préliminaire; janvier 2008)
- Guide technique sur la mise en place des enrobés bitumineux du MTQ, édition avril 2008
- Plusieurs éléments de cette présentation proviennent de la présentation de Serge Meilleur (Qualitas 2008 et 2011)
- Quelques sites web spécialisés en enrobé



MERCI DE VOTRE ATTENTION !

Mourad Benkouar, ing., M.Sc.

Groupe Qualitas inc., membre du groupe SNC-Lavalin