

Le collage des couches : Facteur déterminant pour la durabilité des chaussées

**3^e congrès annuel – Bitume Québec
Mars 2007**

**Gaétan Leclerc, M. Sc., chimiste
Secteur Liants hydrocarbonés et chimie**

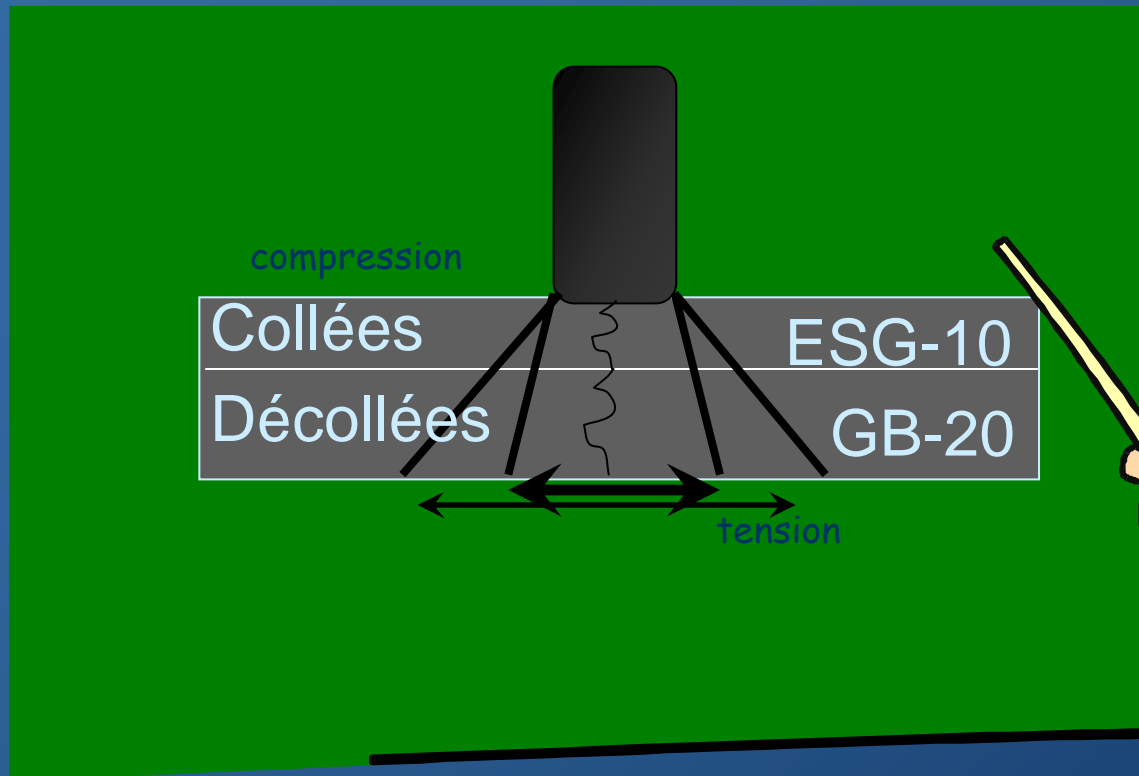
Introduction

- ◆ Pour plusieurs raisons techniques, économiques et de mise en œuvre, une chaussée en enrobé n'est habituellement pas réalisée en une seule couche.
- ◆ Les calculs de dimensionnement des chaussées pour une période donnée, assument que les couches d'enrobés sont liées et que la pleine épaisseur de l'enrobé se comporte de façon monolithique.

Importance du collage des couches

- ◆ Certains logiciels de dimensionnement peuvent évaluer l'impact du collage des couches sur la durabilité d'une chaussée.
- ◆ Exemple avec le logiciel ALIZE:
 - Infrastructure 120 MPa
 - Fondation 360 MPa
 - Enrobé de base 9 300 MPa
 - Enrobé de surface 5 400 MPa
 - Couches collées : 20 ans
 - Couches décollées : 7 à 8 ans

Un peu de théorie



Si l'enrobé de surface (ES) n'est pas lié à l'enrobé de base (EB), les contraintes subies par l'ES et transmises à l'EB sont beaucoup plus sévères.



Conséquences d'un mauvais collage

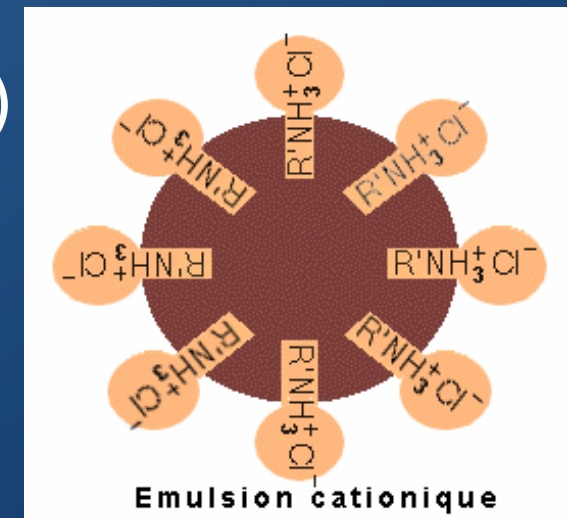
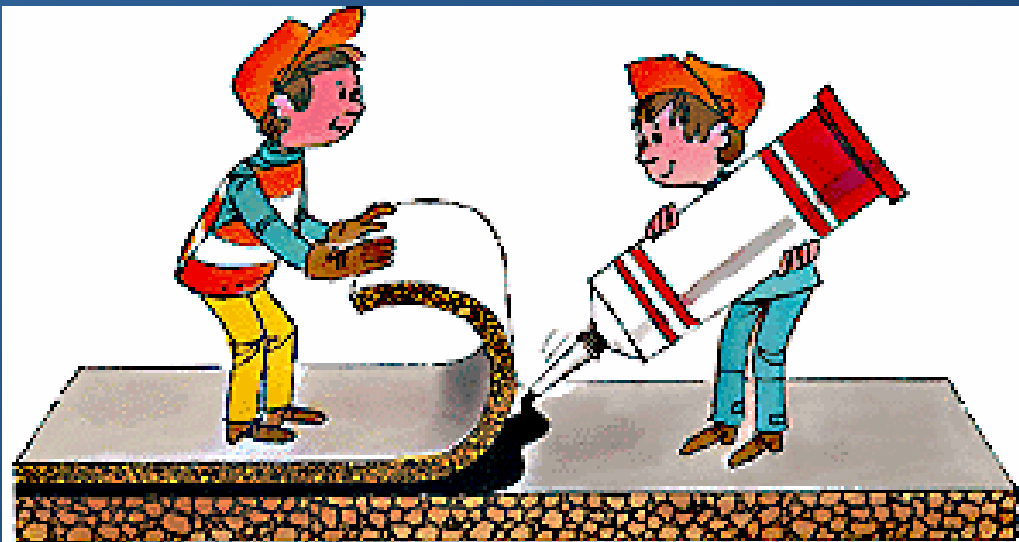
- ◆ Dégradation prématurée de la chaussée
 - Fissures longitudinales (pistes de roues)
 - Carrelage
 - Pelade
 - Etc.
- ◆ Coûts supplémentaires
- ◆ Insatisfaction des usagers

Conclusion du chapitre 11 du Livre « Bordeau » 2006 (SFERB)

- ◆ « Les interfaces jouent un rôle prépondérant dans le comportement d'une chaussée, en particulier sur sa durée de vie. L'importance de la qualité des couches d'accrochage n'est donc jamais à négliger. »
- ◆ « Les conséquences de l'absence ou de la déficience d'une couche d'accrochage sont sans commune mesure avec l'économie apparente initialement réalisée. »

Couche d'accrochage

- ◆ Mince couche de liant hydrocarboné appliqué entre les couches d'enrobés afin d'en assurer le collage à long terme.
 - Émulsion de bitume (cationique)
 - ~~Bitume fluidifié~~



Taux d'application

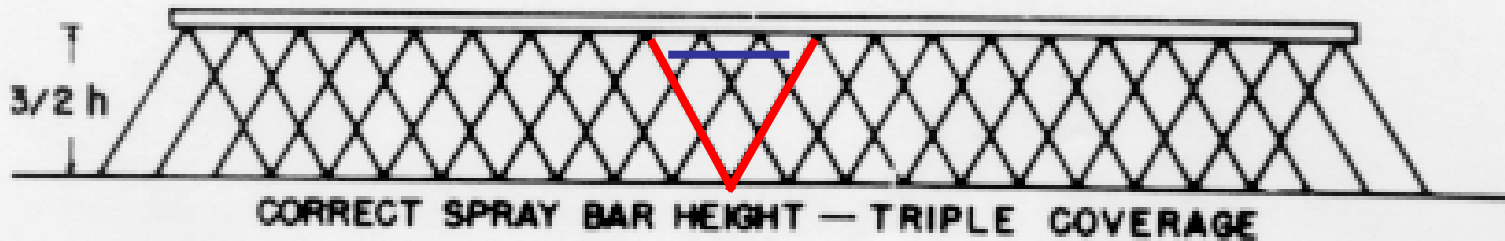
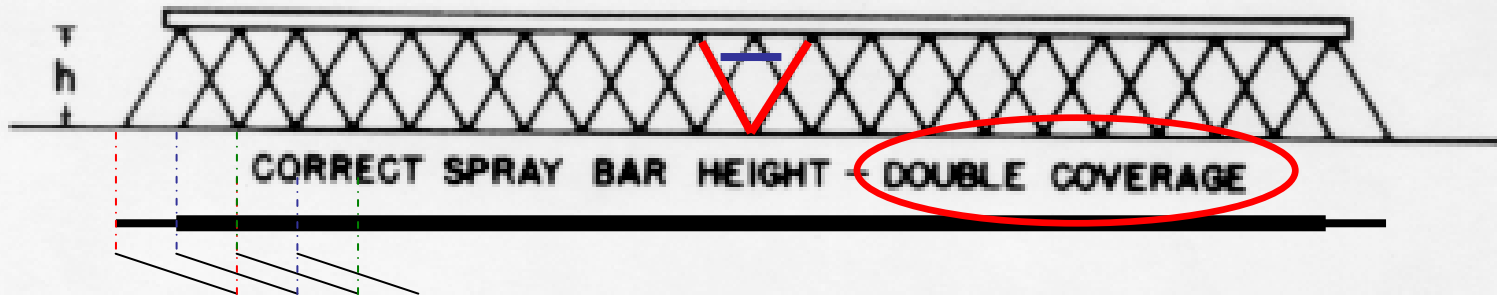
CCDG 2007 : ... appliqué uniformément...
(Ce n'est pas le cas de cette photo)

Taux pour 2007

- ◆ Surface neuve en enrobé
 - 0,20 litre/m² (résiduel)
- ◆ Surface usagée en enrobé ou surface usagée lisse en béton de ciment
 - 0,25 litre/m² (résiduel)
- ◆ Surface planée en enrobé ou surface rugueuse en béton de ciment
 - 0,30 litre/m² (résiduel)

0,34 l/m² d'émulsion
@ 60 % de bitume

Ajustement de la rampe et des gicleurs (la clé du succès)



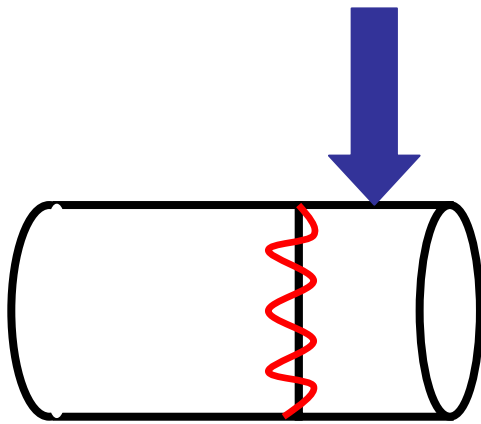
Ajustement de la rampe et des gicleurs (ce que le MTQ veut)



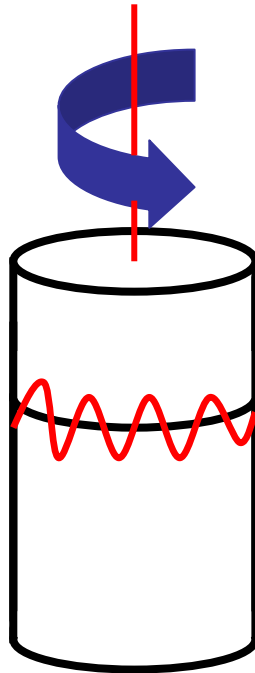
Questionnement ???

- ◆ Si le type d'émulsion et le taux d'application sont adéquats, est-ce que le collage des couches le sera?
 - Conditions de la surface (propreté, présence d'eau)
 - Rupture de l'émulsion (partielle, complète)
 - Conditions météorologiques
 - Uniformité de l'épandage, etc.
- ◆ L'amélioration de nos connaissances et la vérification de la qualité du collage des couches in situ requiert l'usage d'un appareil simple et fiable.

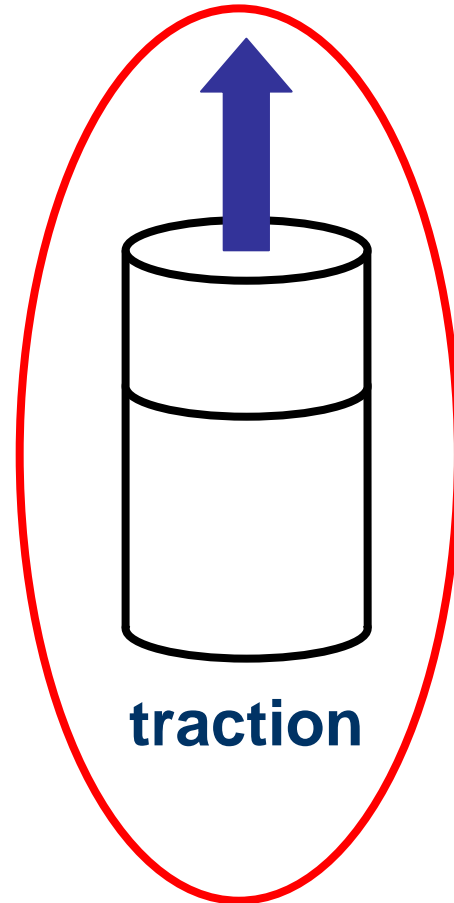
Principes de vérification de la liaison



Cisaillement



torsion



traction

Appareil de Mesure d'Adhésion des Couches (AMAC)

Appareil de traction

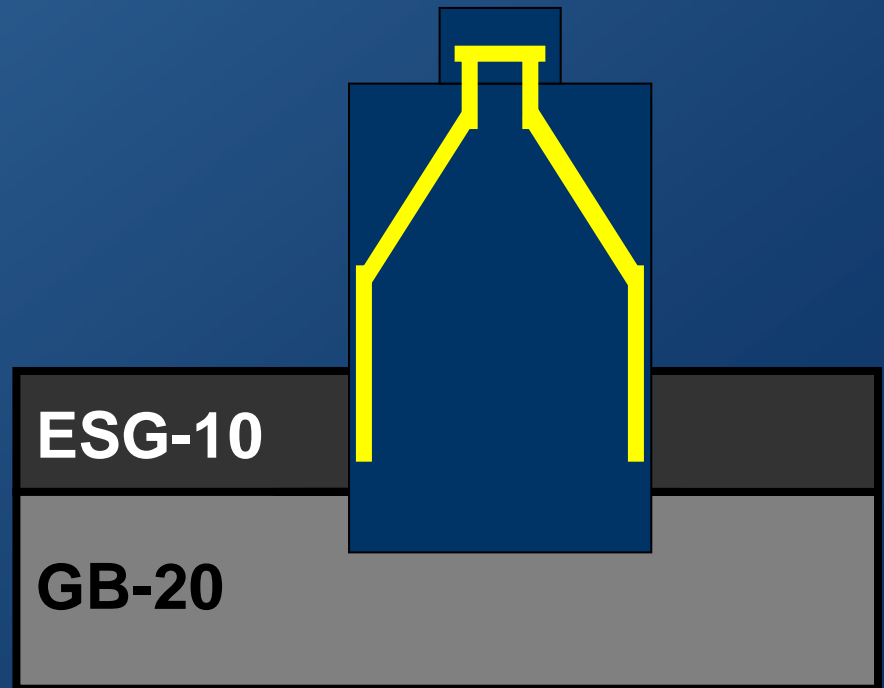
Système d'extraction



Selon une étude internationale terminée en 2001 par l'IBEF (International Bitumen Emulsion Federation), l'appareil de traction du MTQ pour évaluer le collage des couches apparaît être le plus prometteur.

Pour plus d'informations : Bulletin Info-DLC vol 10, n° 7, juillet 2005
www.mtq.gouv.qc.ca/fr/publications/reseau/infodlc/2005/05-07.pdf

Système de préhension de la DLC



Systeme de préhension de la DLC



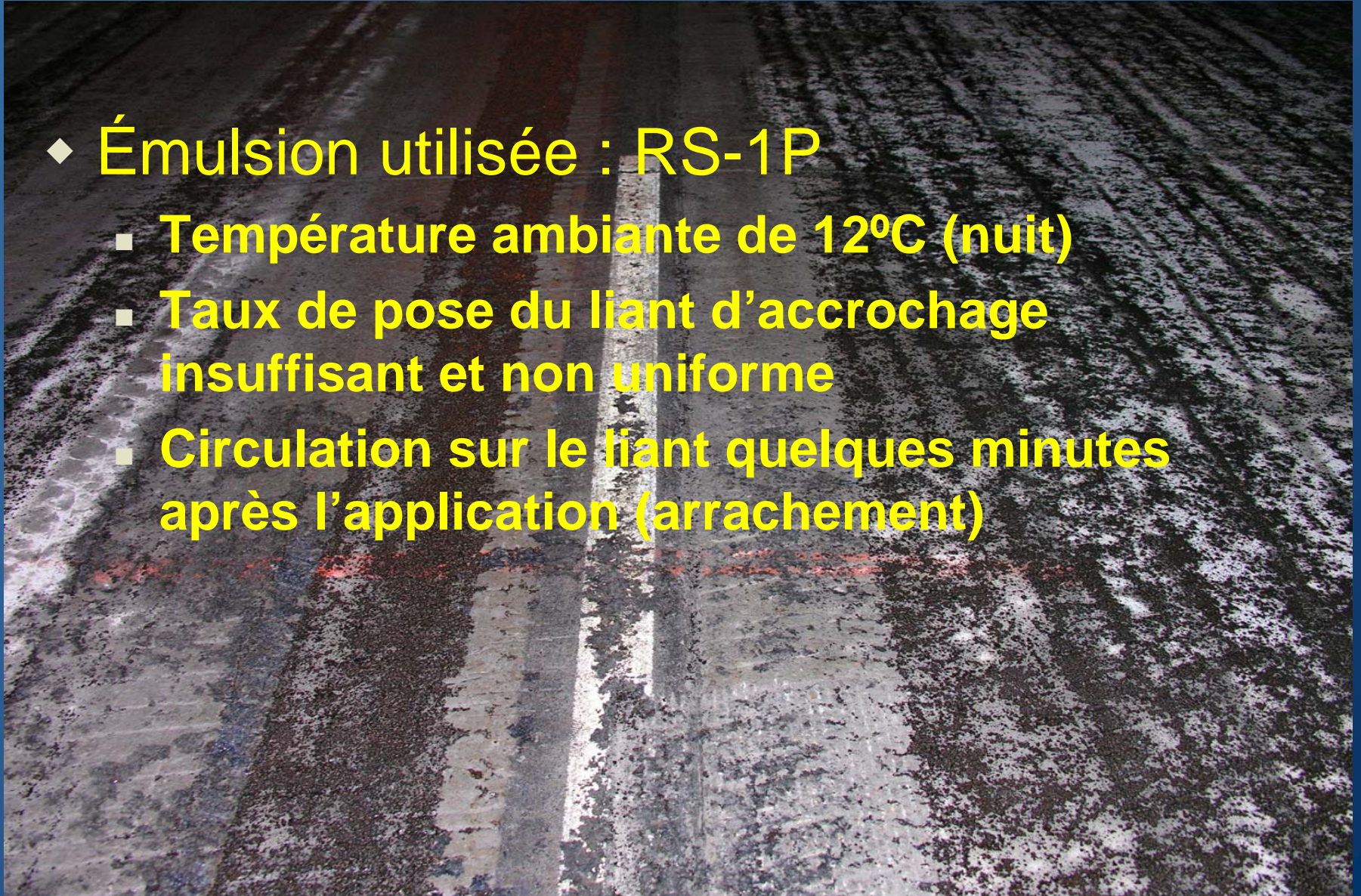
◆ Avantages

- Fiabilité
- Rapidité d'installation
- Permet la réalisation d'essais non destructifs
- Coût par essai : faible

◆ Limitations

- Température de l'enrobé de surface $< 25^{\circ}\text{C}$
- L'enrobé de surface doit avoir plus de 35 mm d'épaisseur

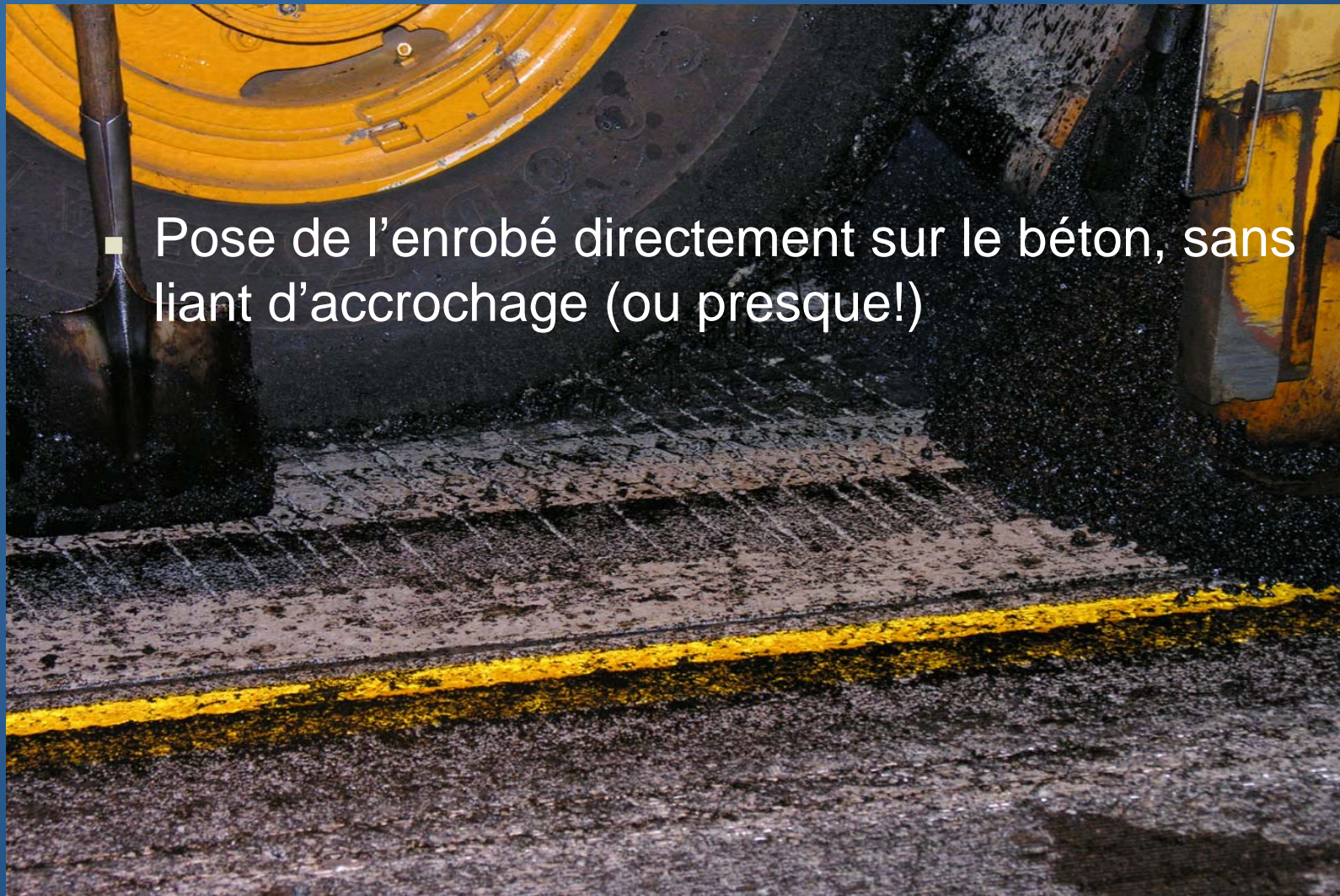
- ◆ **Émulsion utilisée : RS-1P**
 - **Température ambiante de 12°C (nuit)**
 - **Taux de pose du liant d'accrochage insuffisant et non uniforme**
 - **Circulation sur le liant quelques minutes après l'application (arrachement)**



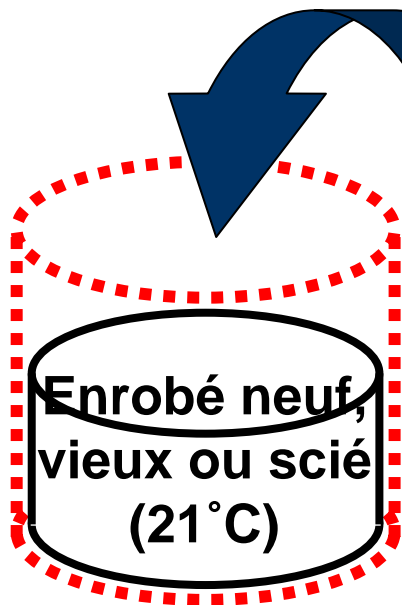
Problèmes avec le finisseur



Exemple d'infraction au CCDG



Essais en laboratoire



Moule PCG

- 1- Pas d'émulsion + enrobé à 150°C
 - 2- Émulsion mûrie 0,2 l/m² + enrobé à 150°C
 - 3- Émulsion non rupturée 0,2 l/m² + enrobé à 150°C
- Compactage à 95 %
 - Démoulage puis 24 heures d'attente à 21°C
 - Essai de traction à 21°C

0,60 MPa < Contrainte à la rupture < 0,90 MPa

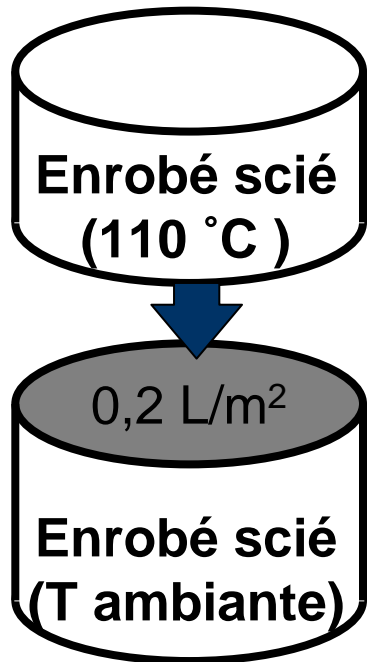
Essais en laboratoire (suite)



La surface doit être propre et libre de débris

Essais en laboratoire (suite)

25 kg / 5 minutes, 24 heures à 21°C



0,30 MPa < Contrainte à la rupture à 20°C < 0,60 MPa
(mou : $T_e < 58^\circ\text{C}$) **(dur : $T_e > 64^\circ\text{C}$)**

Études statistiques

- ◆ Il n'y a pas de différence entre les prototypes au seuil de signification $\alpha=0,05$ ($< 5\%$).
- ◆ La variabilité attribuable aux opérateurs est négligeable par rapport aux autres sources.
- ◆ Si la valeur moyenne de 6 résultats (3 paires) est de 0,20 MPa, il n'y a que 5 % des chances que les résultats soient supérieurs à 0,267 MPa.

Des études suggèrent 0,40 MPa à 1,65 mm/min.
Nos essais sont réalisés à 0,24 kN/s.

Partenaires de recherche

- ◆ Essais en laboratoire pour formuler de meilleurs émulsions
- ◆ Essais en chantier dans différentes conditions:
 - État de la surface (neuve, usée, planée, ...)
 - Conditions de la surface (sèche, humide, sale, ...)
 - Organisation du chantier (circulation sur le liant)
 - État du liant avant recouvrement (rupturé, ...)
 - Etc.
- ◆ Facteur de correction en fonction de la température et du type d'émulsion

Conclusions / Recommandations

- ◆ Le collage des couches est essentiel pour assurer la durabilité d'une chaussée.
- ◆ Favoriser l'usage d'émulsion cationique.
- ◆ Dans des conditions favorables (chaud, sec, venteux, ensoleillé), le mûrissement d'une émulsion requiert un minimum de 15 minutes. Éviter la circulation sur un liant d'accrochage dont la rupture et le mûrissement ne sont pas complétés.

Conclusions / Recommandations

- ◆ Dans des conditions estivales, utiliser des émulsions avec des liants résiduels durs (de type CRS-1h) afin de réduire le temps de rupture et l'arrachement du liant par les pneus des véhicules.
- ◆ Appliquer l'émulsion sur une surface propre.
- ◆ Utiliser des équipements fonctionnels et bien ajustés afin d'épandre le liant uniformément au taux spécifié au contrat (hauteur et parallélisme de la rampe, fonctionnement et angle des gicleurs, température de l'émulsion, etc.)

Conclusions / Recommandations

- ◆ Éviter les travaux lorsque les conditions sont défavorables à la rupture de l'émulsion ($T < 10^{\circ}\text{C}$ et humidité élevée).
- ◆ Utiliser un rupteur d'émulsion lorsque les conditions météorologiques sont défavorables.
- ◆ Des essais mieux adaptés aux performances recherchées sont en développement au SMI :
 - Mesure de la force de liaison ($>0,40$ MPa en laboratoire)
 - Résistance au cisaillement
 - Mesure du temps requis pour permettre la circulation

Conclusions / Recommandations

- ◆ La spécification d'une exigence minimale de la force de liaison entre les couches est envisagée au CCDG (après la révision des exigences sur les émulsions d'accrochage).
- ◆ Le développement d'exigences performantielles sur les chaussées incite à de bonnes pratiques de mise en œuvre et favorise l'usage des meilleurs matériaux ainsi que le respect de leur intégrité. La durabilité des chaussées est ainsi augmentée.

~~Gaspillage~~

~~Pollution~~

 Développement durable

Transports
Québec 



Transports
Québec  
 

