



Le collage des couches

**Colloque Bitume Québec
La mise en oeuvre des enrobés**

26 novembre 2008

Sabine Le Bec, Construction DJL inc.

Sommaire

- Rôle des couches d'accrochage
- Quels sont les moyens pour assurer le collage ?
- Mesure de l'efficacité du collage des couches
- Conclusions

Rôle des couches d'accrochage à l'interface

Paramètres pris en compte lors du dimensionnement de structures de chaussée

- le trafic, capacité intrinsèque de chaque matériau (solicitation < capacité), capacité du support
- l'état de l'interface

D'un point de vue mécanique, l'état de l'interface conditionne la répartition des contraintes et des déformations dans chaque couche.

Les épaisseurs des couches (et par conséquent le coût de la chaussée) dépendent, en partie, de la rigidité de la structure.

Présence de couche d'accrochage aux interfaces : La structure travaille comme un seul bloc.

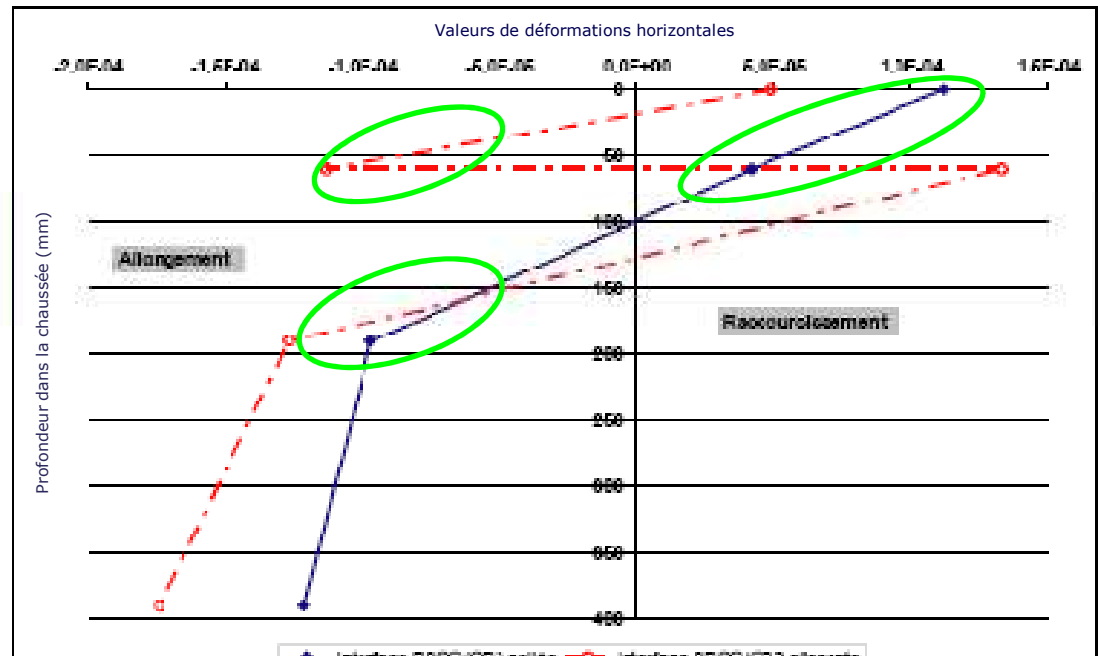
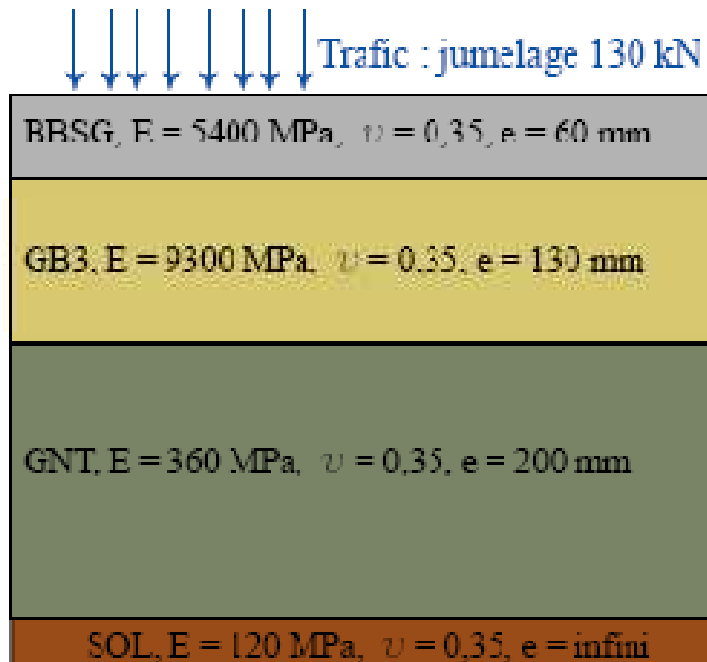


Pas de couche d'accrochage : Chaque couche travaille de façon indépendante.



Rôle des couches d'accrochage

Exemple d'une chaussée bitumineuse épaisse



Tout se passe comme si la chaussée était sous-dimensionnée pour le trafic qu'elle supporte. Ceci conduit à une accumulation sensible des dégradations superficielles et une nette diminution de la durée de vie de la chaussée.

Le non-collage des couches revient soit à accepter une chaussée moins durable, soit à consentir à une dépense d'entretien supplémentaire non prévue à l'origine.

Les conséquences d'un mauvais collage

- **Le décollement** entre la couche de roulement et la couche de base.
 - phénomène de glissement à court ou long terme,
 - où des sollicitations dues au trafic sont très élevées (freinage-accélération, virages, pentes, stationnement,...)
- **Apparition de fissures** à la surface.
 - Fissures anarchiques
 - Faïençage généralisé.
- **Le coût de la remise en état**



Les couches d'accrochage : pourquoi en parler ?

- Conditions de plus en plus difficiles
 - Températures froides
 - Travaux de nuit / jour
 - Délais serrés
 - Support plané / béton
- Problème de collage aux pneumatiques
- Problèmes de rupture (trop long) ?
- Respect des dosages

Les couches d'accrochage : pourquoi en parler ?

Absence ou insuffisance de couche d'accrochage à l'interface ou au niveau des bandes de roulement



Temps de mûrissement insuffisant avant la remise sous trafic
Mauvaise adhésivité liant / support
Bitume trop "mou"

Les couches d'accrochage : pourquoi en parler ?



Contamination à la sortie du chantier



Temps de rupture trop long
Particulièrement sur les supports planés où les creux favorisent la rétention d'émulsion

Quels sont les moyens pour assurer le collage ?

- Préserver l'intégrité de la CA en tout temps
 - ➔ les émulsions d'accrochage plus performantes
 - Rupture
 - Cure
 - Stabilité au stockage
 - ➔ Utilisation adéquat des équipements
 - ➔ "Éviter" la compétition entre le collage au support et le collage aux pneumatiques

Quels sont les moyens pour assurer le collage ?

Les émulsions pour couches d'accrochage

- **Émulsion de bitume CRS-1h (pén entre 40 et 90)**

- stockable,
- au besoin, la rupture peut être provoquée par le répandage simultané d'un agent rupteur
- **dans le jet** de l'émulsion.

- **Émulsion à rupture ultra-rapide à base de bitume plus dur (pen entre 25 et 50),**

- stockage limité,
- d'effet collant vis-à-vis des pneumatiques.

- **Émulsion de bitume modifiée avec polymère**

- pour les trafics forts pour assurer un collage optimum.
- Plus l'enrobé est mince, plus l'interface est sollicitée en cisaillement

- **Un léger gravillonnage**

- 2.5/5mm au taux de pose d'environ 2 à 2.5 kg/m².
- La présence de granulats favorise la rupture de l'émulsion et l'élimination de l'eau.

Les produits et dosages au Québec

1- ÉMULSION CLASSIQUE CRS-1

Émulsion à 57% de bitume min.
Grade de Bitume (100 à 250 dmm)

2 - ÉMULSION CRS-1H

Émulsion à 57% de bitume min.
Grade de Bitume (40 à 90 dmm)

3- ÉMULSION À RUPTURE CONTRÔLÉE

CRS-1 ou CRS-1H avec utilisation d'un rupteur

4- ÉMULSION polymère CRS-1p

Particulièrement lorsque l'enrobé de surface est mince
Contient 2 à 4% de polymères

TAUX DE POSE (CCDG 2008)

Support	Type d'émulsion	Dosage résiduel minimum en bitume
Granulaire	1 (2)	1.2 l/m²
Enrobé neuf	2 (1-3 -4)	0.2 l/m²
Enrobé usagé ou béton de ciment lisse	2-3 (4)	0.25 l/m²

Support	Type d'émulsion	Dosage résiduel minimum en bitume
Enrobé plané ou béton de ciment rugueux	2 (1-3-4)	0.30 l/m²
Surface en enrobé après recyclage à froid	2 (1)	0.10 l/m²
Travaux de nuit / conditions météo défavorables	2 (1-3-4)	- 0.05 l/m²

Les produits et dosages en France

~~1- ÉMULSION CLASSIQUE~~

2- ÉMULSION PROPRE

Émulsion à 60% ou 65% (pén 20 à 50)

3- ÉMULSION PROPRE MODIFIÉE

4- ÉMULSION MODIFIÉE

Émulsion 65% AC avec polymère

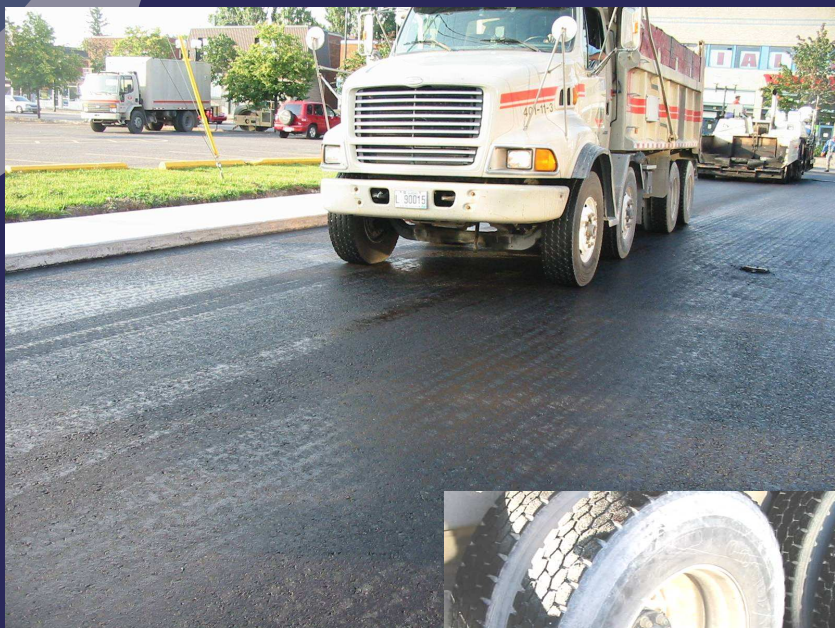
DOSAGE

Technique	Type d'émulsion	Dosage résiduel minimum en bitume	Dosage minimum en émulsion	
			à 60%	à 65%
Enrobé ultra-mince	3 (4)	400 gr/m ²	650 gr/m ²	600 gr/m ²
Enrobé très mince	3 (4)	350 gr/m ²	600 gr/m ²	550 gr/m ²

Technique	Type d'émulsion	Dosage résiduel minimum en bitume	Dosage minimum en émulsion	
			à 60%	à 65%
Enrobé mince	2 (3-4)	300 gr/m ²	500 gr/m ²	450 gr/m ²
Enrobé semi-grenu	2 (1)	250 gr/m ²	400 gr/m ²	400 gr/m ²
GB - EME	2 (1)	250 gr/m ²	400 gr/m ²	400 gr/m ²

Les produits disponibles

émulsions propres à base de bitume dur (pen entre 25 et 50)



Pen bitume : 25 à 50 dmm

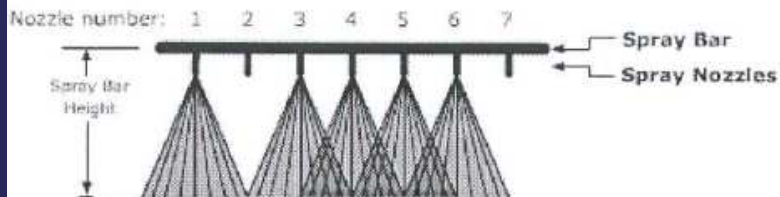
température de l'émulsion lors du chargement :	60°C
température de l'émulsion lors de la pose :	85°C
Date de la pose de l'émulsion:	24 août 2005 à 17H00
Température ambiante lors de la pose de l'émulsion :	23°C (nuageux avec percées de soleil)
Température du support lors de la pose :	55 - 60°C
Taux de pose de l'émulsion	0,33 l/m ²
Temps de rupture de l'émulsion :	5 à 10 minutes
Date du recouvrement	25-août-05
Température ambiante lors du recouvrement :	22°C - 25°C (ensoleillé)
Température du support lors du recouvrement :	35°C - 45°C
Nature du support :	EB-20
Nature de la couche de surface :	EB-10s 60mm, posé le 25 août 2005

Les moyens d'épandage

- Les répanduses classiques
 - Calibrées
 - Entretien régulier

Select Spray Bar - Nozzle View

- Good Coverage - double lap
- Good Coverage - triple lap
- Poor Coverage - spray bar too low
- Poor Coverage - spray bar too high
- Poor Coverage - poor nozzle spray pattern
- Poor Coverage - clogged nozzles



Poor coverage - clogged nozzles

Clogged nozzles can cause non-uniform coverage. In this example, nozzles 2 and 7 are clogged causing streaks of 1 and 0 nozzle coverage.

©2003 Steve Muench



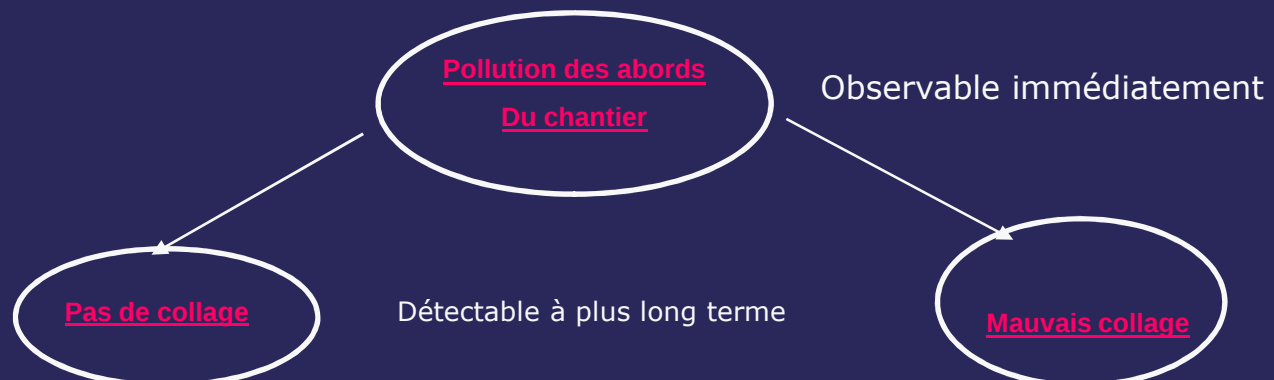
Les moyens d'épandage

- Les finisseurs à rampe intégrée



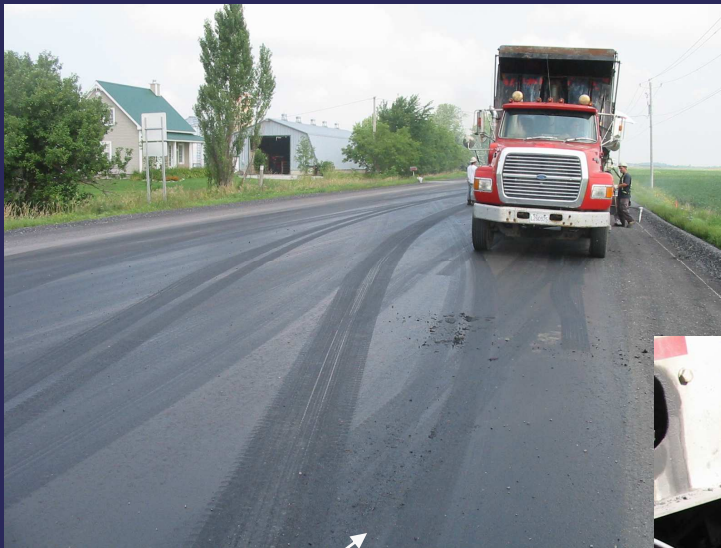
Quels sont les moyens assurer le collage ?

- Les produits disponibles
- Les équipements
- **Compétition entre le support et les pneumatiques**
 - **Rupture amorcée mais non complétée**
 - **Rupture $\neq$ cure (montée en cohésion)**
 - **Type de support**



Compétition support /pneumatiques

Si rupture non achevée



CRS-1

Emulsion propre



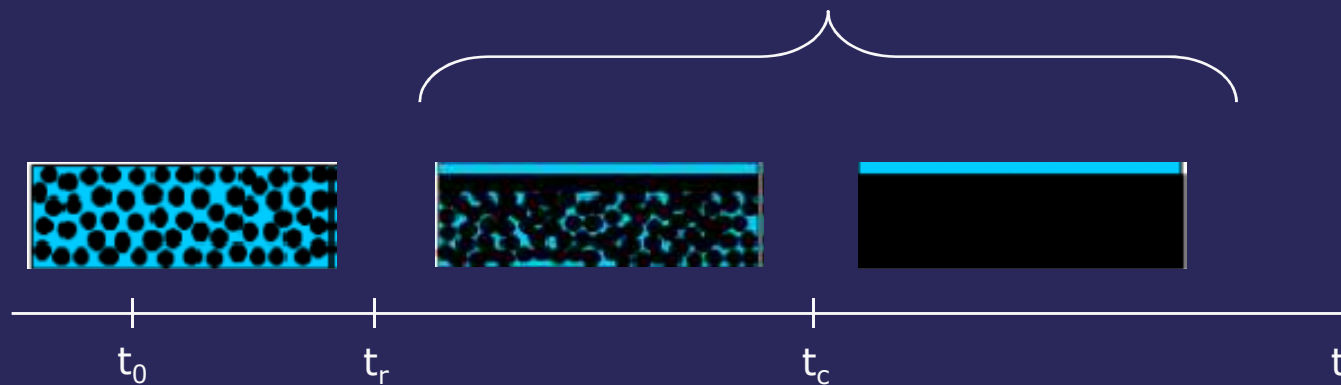
Compétition

collage support / collage pneumatique

Rupture $\neq$ cure (cohésion)



E_c varie en fonction du temps



Cas idéal : $E_c > E_p$ et $E_s > E_p$

Compétition

collage support / collage pneumatique

DÉFAUTS

Mauvais collage

Pollution des
abords
Du chantier

Pas de collage

CAUSES

Collage aux pneus
 $E_s < E_p$
Émulsion non rompue
Température / humidité
Cohésion du liant

RECOMMANDATIONS

Émulsion propre / rupteur

Adaptation formulation Hiver /
été

Additivation du bitume
(cohésion)

Prévoir délai entre CA et enrobés

Finisseur à rampe intégrée

Léger gravillonnage si émulsion
classique

Attention au collage du revêtement !

Température de l'émulsion
Respecter les recommandations
des fournisseurs !

**émulsions modifiées pour les
enrobés minces**

Compétition

collage support / collage pneumatique

DÉFAUTS

Mauvais collage

Pollution des
abords
Du chantier

Pas de
collage

CAUSES

Support pas propre
Support plané
Béton
Bandes thermoplastiques

RECOMMANDATIONS

- Préparation / balayage
- Nettoyage haute-pression
- Adaptation de l'émulsion
- Amincir (meuler)

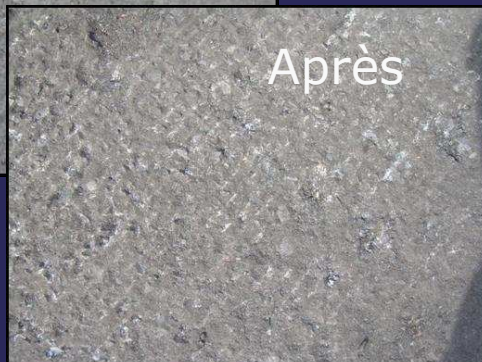
Compétition

collage support / collage pneumatique



Arrachement après arrêt
présences de poussière

Avant tout et essentiellement, assurer la **propreté** du support



Pour les supports planés:

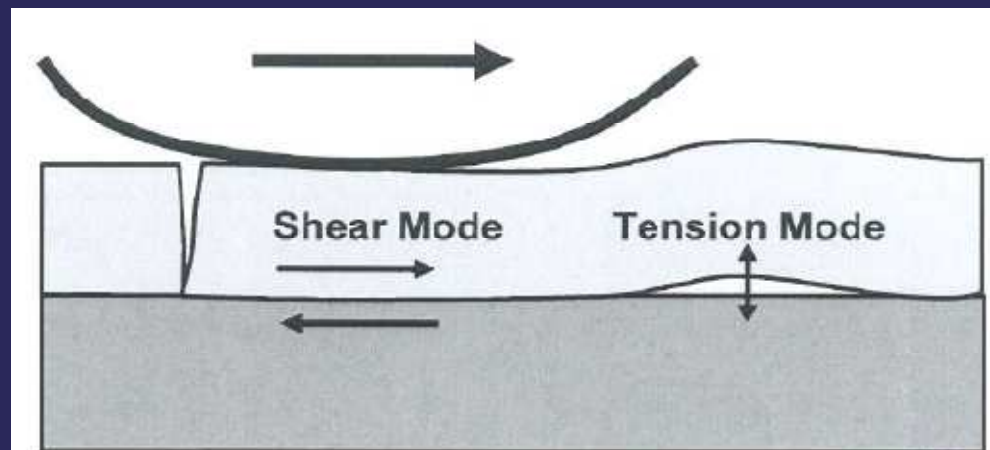
- balayage et une aspiration haute pression
- Assurer la qualité du planage

Mesure de l'efficacité du collage des couches

Les conséquences liées à un mauvais collage de l'interface n'apparaissant qu'après un certain temps de sollicitations dues au trafic, il est important de pouvoir prédire le comportement en caractérisant la couche d'accrochage en début de vie.

Basée sur ces constations, une approche plus rationnelle tend à se développer à partir d'essais de laboratoire et de chantier.

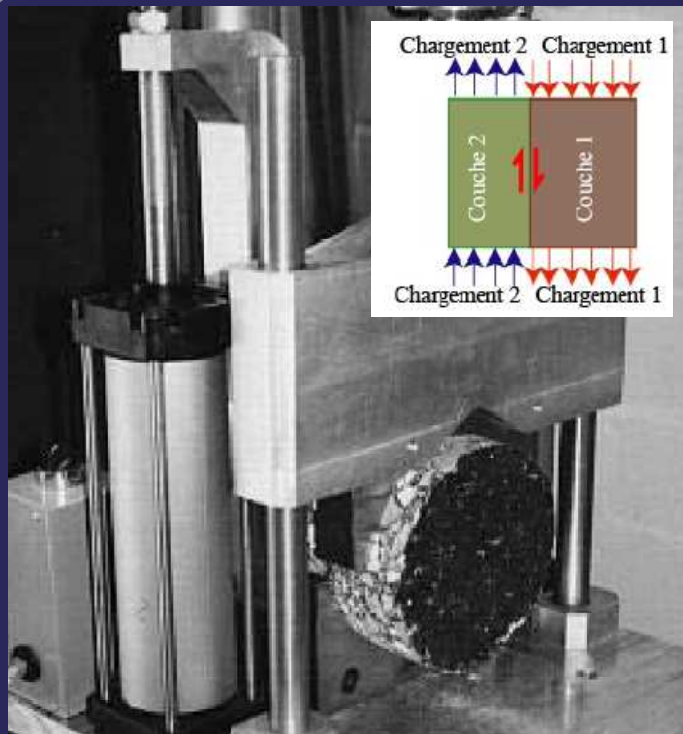
Plusieurs méthodes d'essais selon la sollicitation



Mesure de l'efficacité du collage des couches

- Plusieurs méthodes d'essais soit en laboratoire, soit sur chantier.

Essai de cisaillement direct



essai de torsion



Mesure de l'efficacité du collage des couches

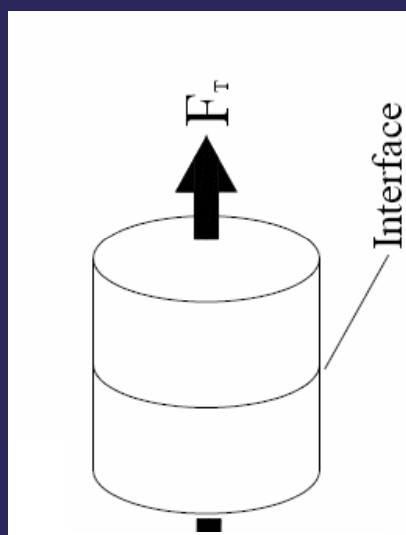
L'AMAC : Appareil de Mesure d'Adhésion des Couches



La qualité du collage entre les 2 couches d'enrobés est proportionnelle à la valeur de la contrainte de traction nécessaire pour décoller l'interface.

Mesure de l'efficacité du collage des couches

Essai de traction (résistance à l'arrachement) du MTQ



La qualité du collage entre les 2 couches d'enrobés est proportionnelle à la valeur de la contrainte de traction nécessaire pour décoller l'interface.

Mesure de l'efficacité du collage des couches

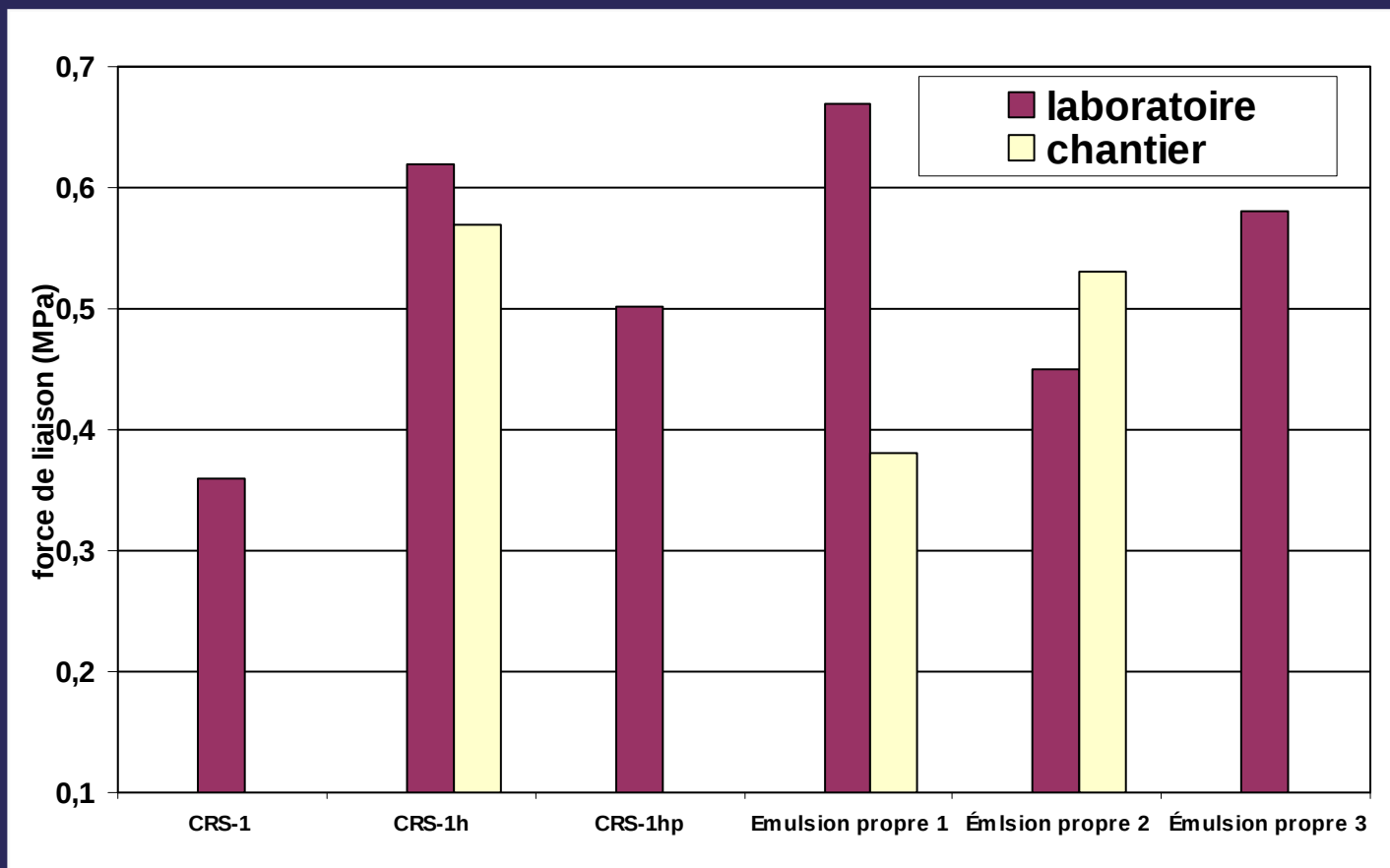


Un seul essai à ce jour peut se réaliser sur chantier et en laboratoire et peut ne pas être destructif si le collage est effectif.



Mesure de l'efficacité du collage des couches

Performances de différentes CA



Conclusions

- Le temps de rupture est différent du temps de cure. Une réduction du temps de rupture pourra être obtenue par modification de la formule et/ou par ajout de rupteur.
 - Réduction des temps d'attente
- Un délai raisonnable et à adapter selon les conditions climatiques, entre la pose de l'émulsion et la mise en œuvre de l'enrobé est indispensable et va augmenter E_s et E_c .
 - Réduction des risques
- Aucune bonne solution si le support n'est pas suffisamment nettoyé.
- Généraliser de plus en plus l'usage d'émulsion à base de bitume dur (pén entre 20 et 40) en période estivale (juin – juillet-août)
 - Stabilité au stockage réduite