

# Couches d'accrochage dans les structures de chaussées

JERI - Journée d'Etude de la Route et des Infrastructures  
07.11.2023 - Nicolas Sierro



**prodo sa**  
AU CŒUR DE LA ROUTE

Journée d'Etude de la Route et des Infrastructures

J E R I

# Ordre du jour

---

1. Introduction et cadre normatif
2. Caractéristiques et méthodes d'application
3. Rôle structurel de la liaison inter-couches
4. Préparation, mise en œuvre et cas particuliers
5. Conclusions

# 1- Introduction et cadre normatif

# Introduction

- La couche d'accrochage sert à assurer la liaison entre les différentes couches d'enrobés (essai de collage en cisaillement, ex Leutner) et à contribuer ainsi à maîtriser les effets de cisaillement.
- De la qualité de la liaison inter-couches dépendent notamment la qualité et la durabilité des couches d'enrobés.
- La couche d'accrochage est principalement réalisée avec une émulsion de bitume, exceptionnellement avec un bitume-laque.



# Le cadre régissant les couches d'accrochage

- La norme SN 670 205 NA définit les exigences relatives aux émulsions de couches d'accrochage. Elles sont classées en 2 catégories :
  - HCB4 : à base de bitume classique
  - HCBP4 : à base de bitume modifié aux polymères
- La norme SN 640 430 contient les recommandations et prescriptions pour la conception, l'exécution et la mise en œuvre des enrobés bitumineux compactés
  - Chapitre 28 «Enduit d'accrochage»
- La norme SN EN 12697-48 «Mélanges bitumineux - Collage de couches» détermine l'adhérence entre une couche d'asphalte et d'autres couches selon la méthode de l'essai de collage en cisaillement (SBT) (anc. essai Leutner)
- Prescriptions cantonales et des maîtres d'ouvrage

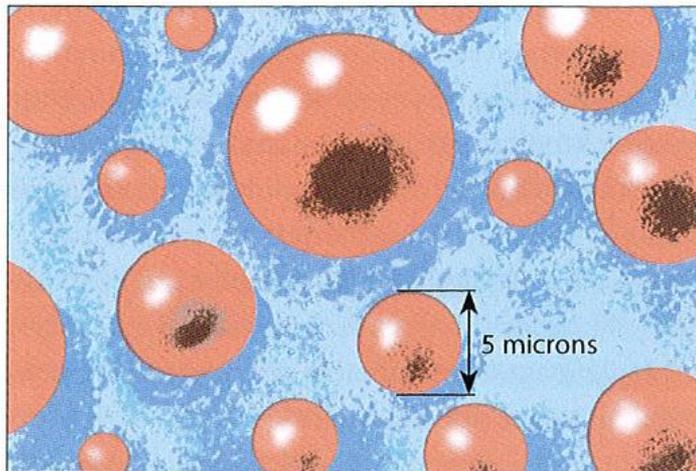
## 2- Caractéristiques et méthodes d'application des émulsions

# Constitution d'une émulsion de bitume

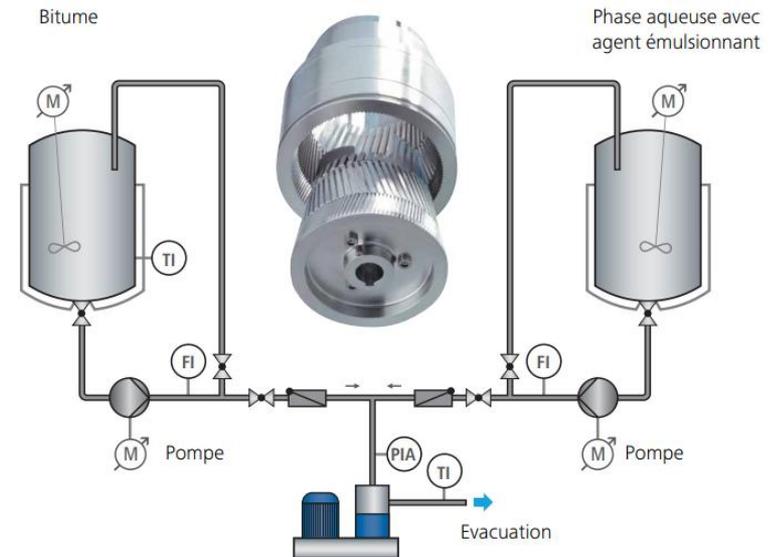
Une émulsion de bitume est constituée de :

- **Bitume** : 50 à 70% de bitume standard ou de PmB
- **Eau** : 30 à 50% d'eau purifiée et déminéralisée
- **Emulsifiant** : 0.2 à 2.5%, stabilisation des gouttelettes de bitume dans l'eau pour éviter leur décantation. Il s'agit d'un agent cationique acide (pH<4).
- **Additifs** : 0 à 1%, acide, fluxant, latex,... selon les caractéristiques recherchées (en fonction des contraintes techniques, de charge, climatiques,...)

Représentation schématique d'une émulsion simple.



Eurobitume – info 34



Moulin colloïdal MK 2000 IKA®

© IKA GmbH

# Mise en œuvre d'une couche d'accrochage

## Manuelle :

- Emulsion à froid ou tiède (avec matériel adapté)
- Laque de bitume (chargée en solvants)

## Mécanisée :

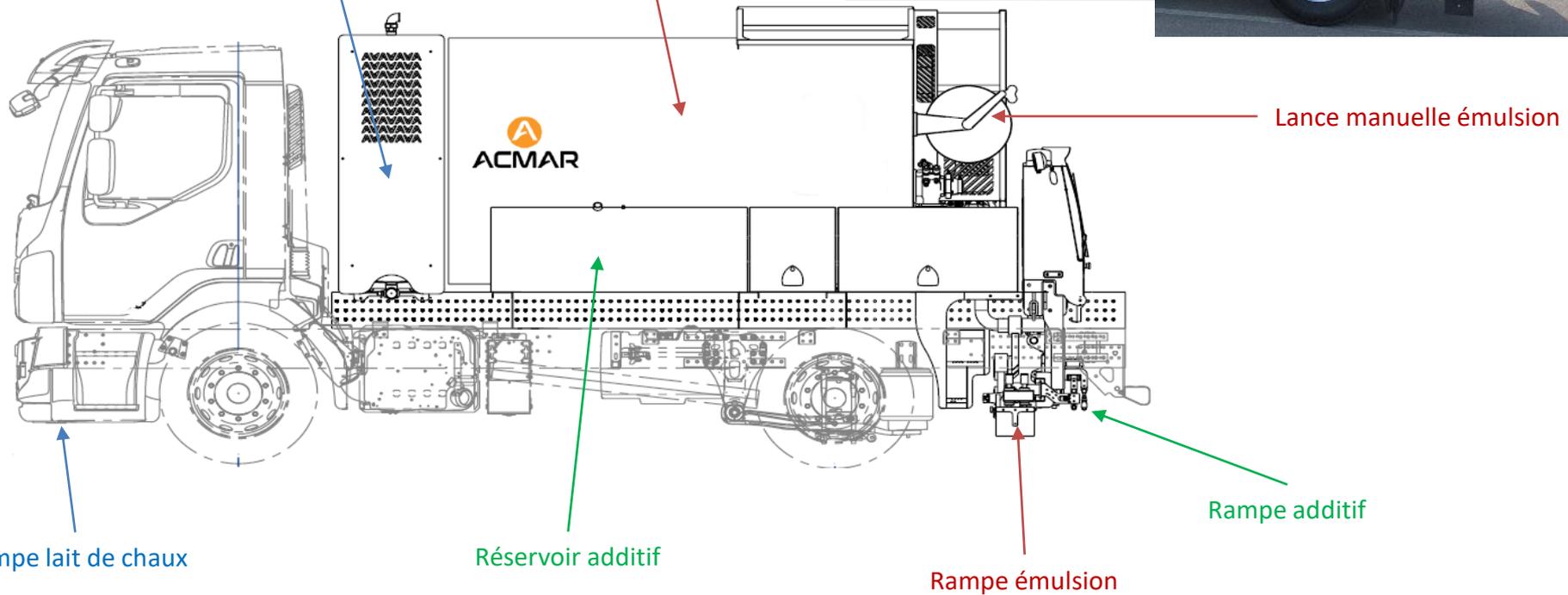
- Petite épandeuse
- Epandeuse 3.5 To
- Grande rampe



# Descriptif d'un matériel type

Module lait de chaux + eau

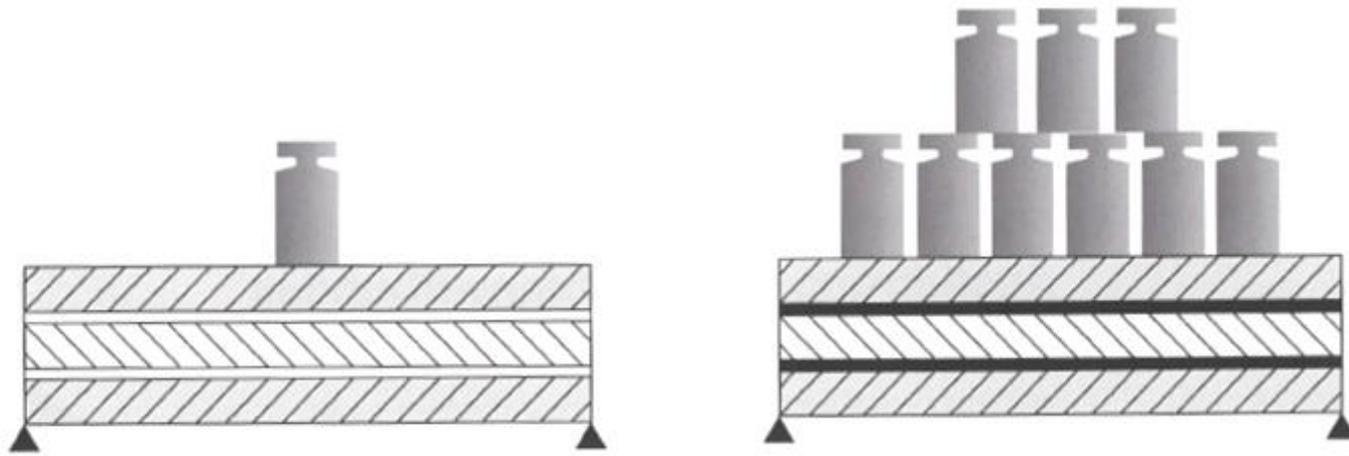
Citerne émulsion



# 3- Rôle structurel de la liaison inter-couches

# Reprise des efforts

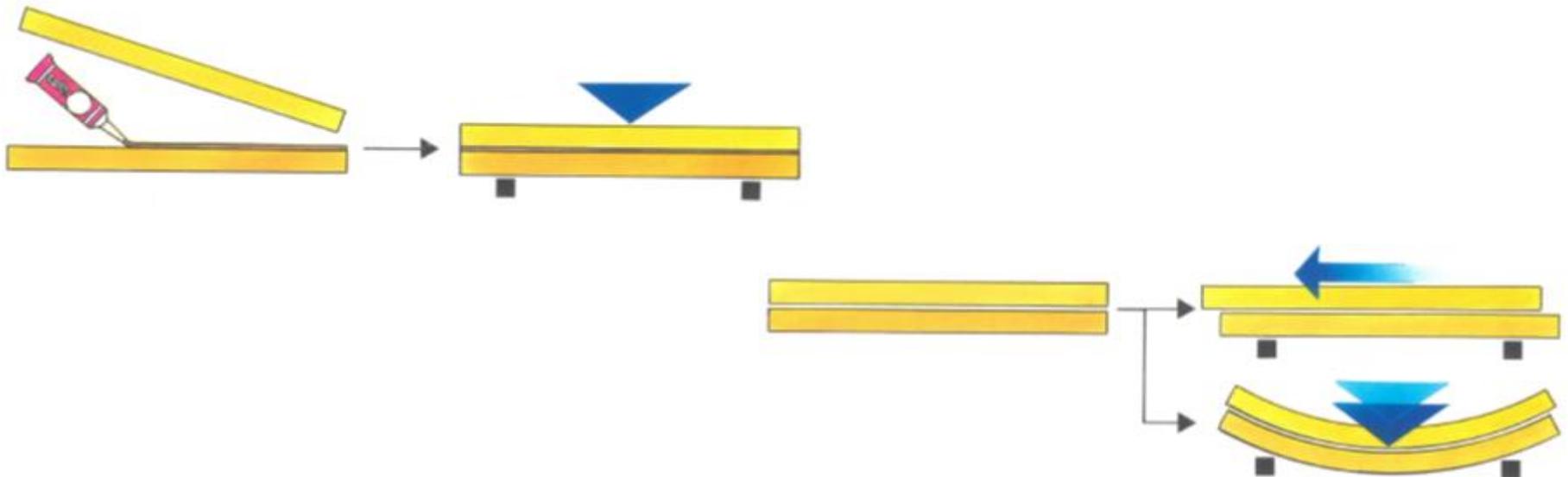
- La durabilité d'une chaussée réside en bonne partie dans la liaison homogène du «paquet» de couches qui la constituent.
- Dans un système à 3 couches, une structure encollée de manière optimale multiplie par 9 la capacité de charge.



© FBS

# Effet sur la durée de vie d'une chaussée

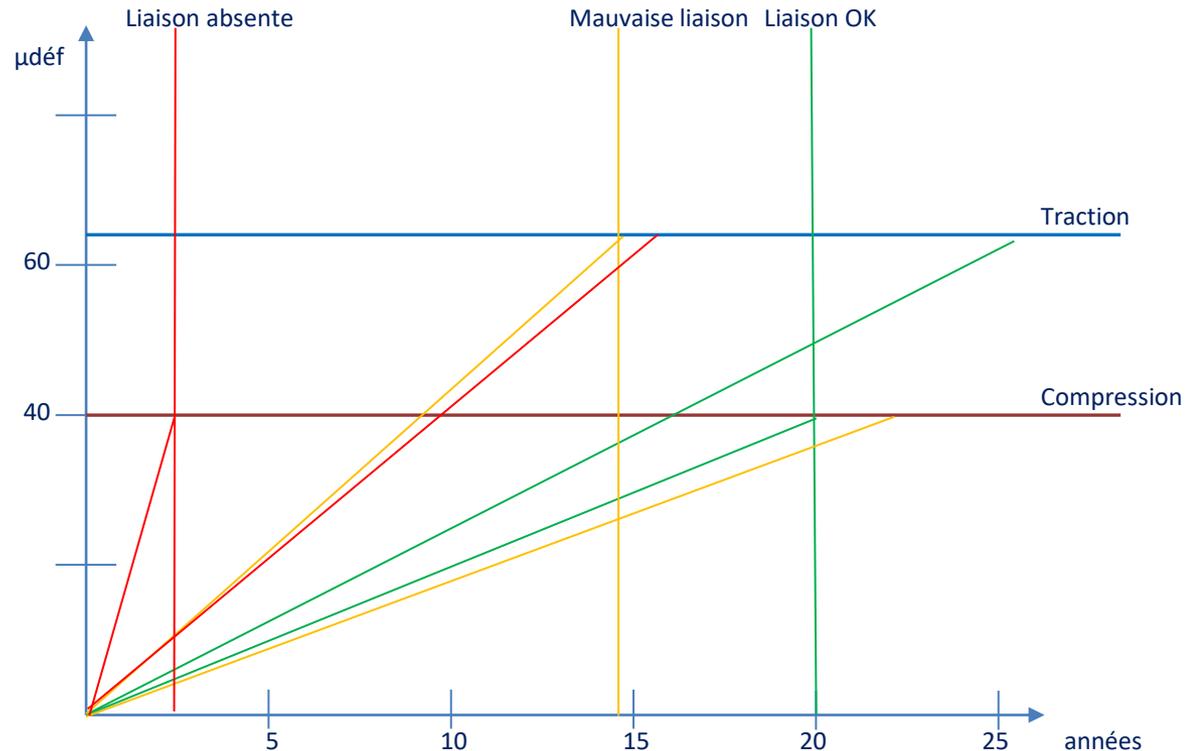
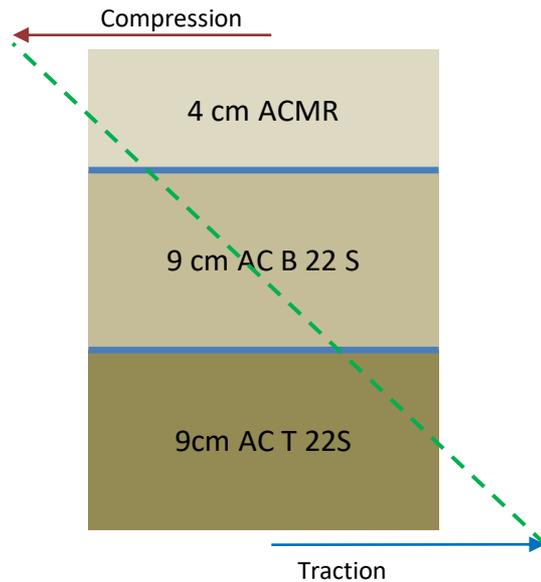
- Le collage des couches entre elles influe directement sur le travail en fatigue des matériaux mis en œuvre.
- Une mauvaise liaison inter-couches conduit à un endommagement de la liaison bitumineuse de l'enrobé, pouvant aller jusqu'à la rupture en fatigue du matériau.
- Dans ce cas chaque couche travaille de façon indépendante, les déformations et contraintes aux interfaces sont sensiblement plus importantes que prévu.



© SFERB

# Effet sur la durée de vie d'une chaussée

- On considère qu'une mauvaise liaison inter-couches entraîne une réduction de la durée de vie de 30 à 50%
- En cas d'absence de liaison les dégradations apparaissent rapidement et la durée de vie peut être réduite de 70 à 90%



© RGRA 985

Journée d'Etude de la Route et des Infrastructures

J E R I

Journée d'Etude de la Route et des Infrastructures – 07.11.2023

Groupe PRODO



**prodo** sa  
AU CŒUR DE LA ROUTE

# 4- Préparation, mise en œuvre et cas particuliers

# Critères de préparation

---

- Structures à encoller
  - Types d'enrobés à lier
  - Qualités des liants utilisés dans les couches d'enrobé
  - Préparation du support inférieur
  - Interface mécanique (grille de renforcement)
- Conditions techniques
  - Surface à encoller
  - Accès
  - Planification des travaux, délais entre chaque phase
  - Circulation
- Conditions météorologiques
  - Température
  - Humidité

# Choix de la mise en œuvre de l'émulsion

- Type de liant d'accrochage
  - Emulsion de bitume
  - Laque bitume
  - Avec bitume normal ou modifié aux polymères
  - Dosage à appliquer
- Additifs
  - Accélérateur de rupture
  - Lait de chaux
- Technique et planification
  - Manuelle
  - Mécanisée
  - Délai avant pose de l'enrobé

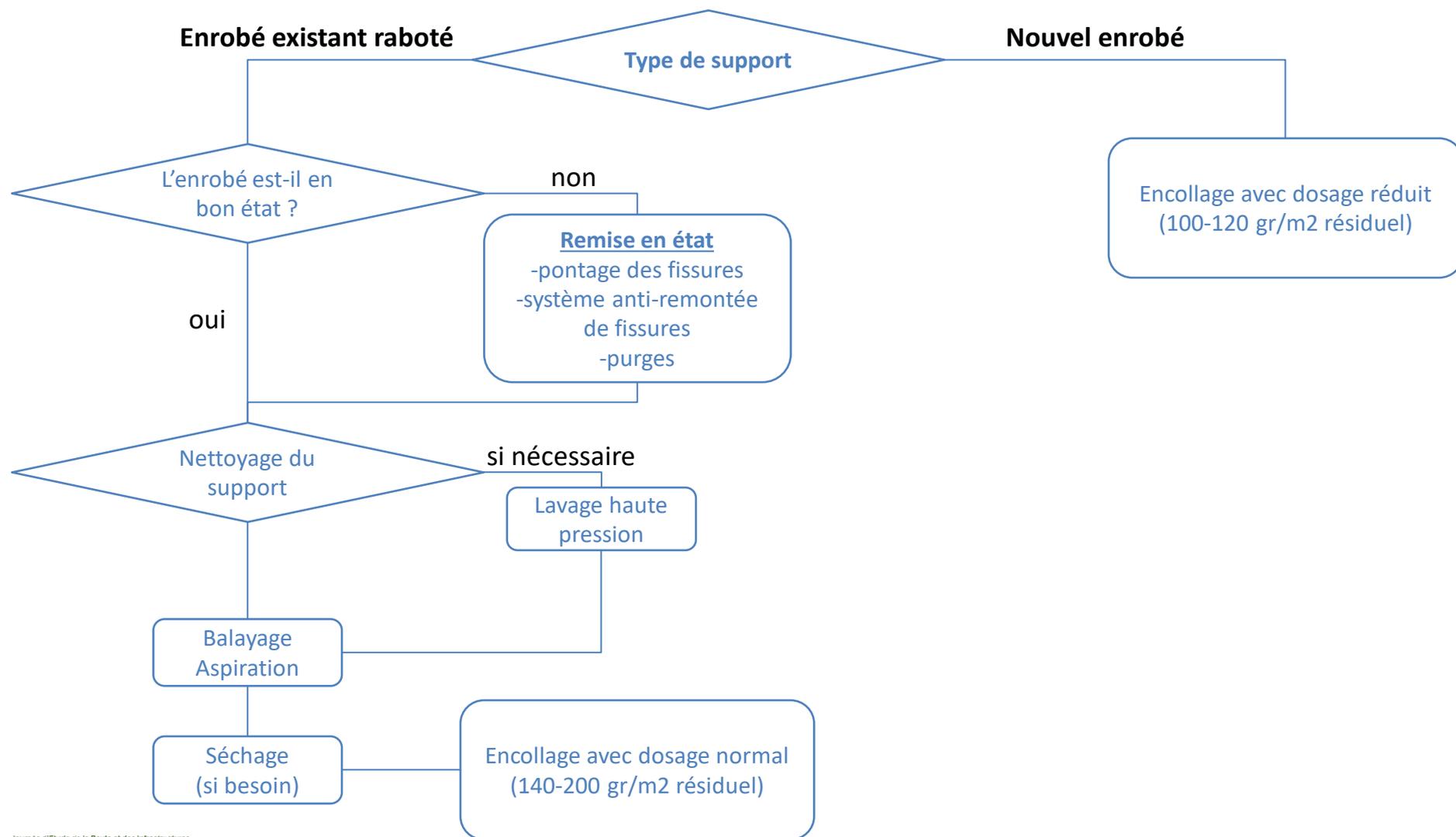
## Emulsion avec ou sans polymère ?

Pas de prescriptions claires, mais un principe technique :

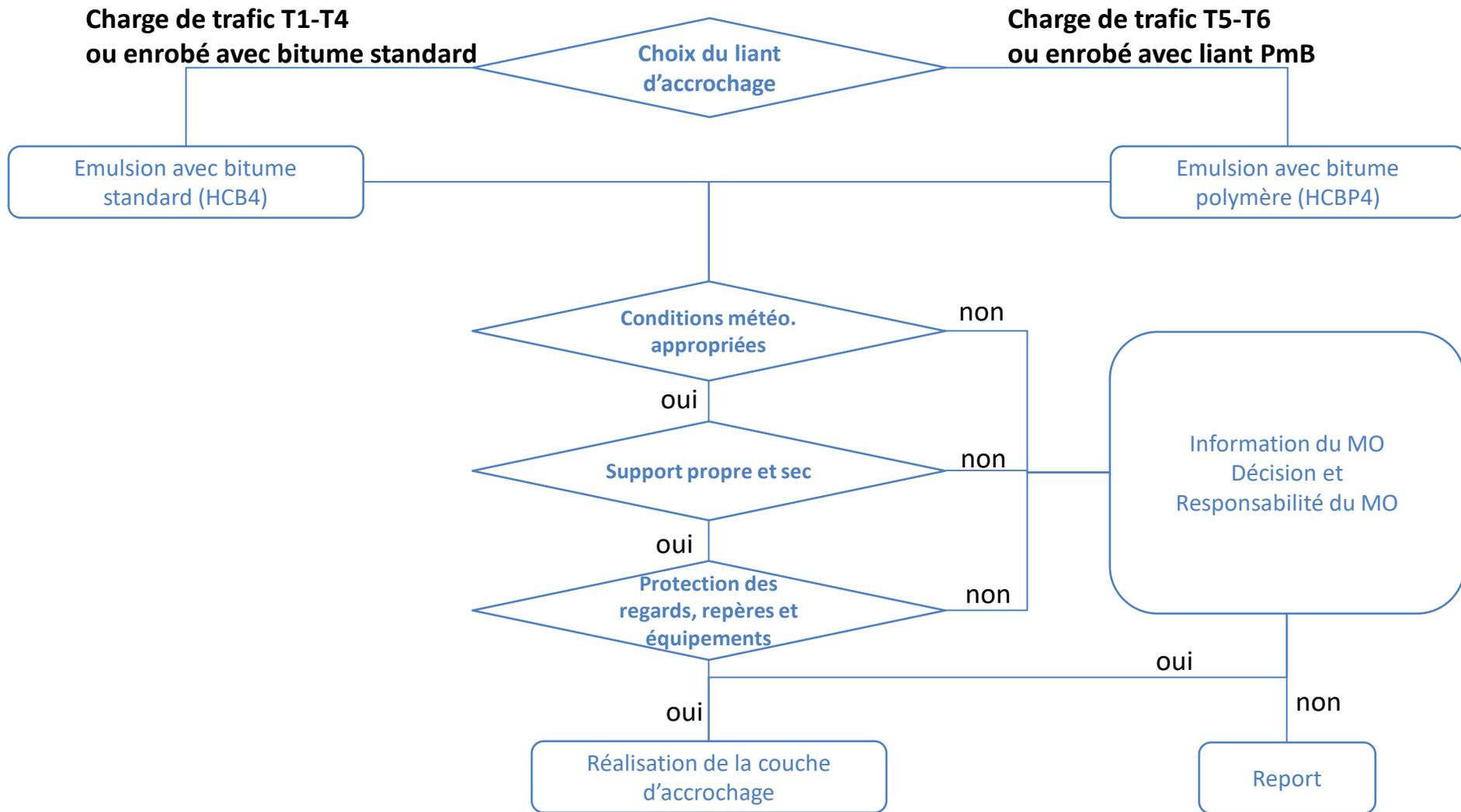
- Lorsqu'une des 2 couches à lier est réalisée avec un PmB, il faut utiliser une émulsion avec polymères
- Correspond principalement aux classes de trafic T5 et T6, ainsi qu'aux structures fortement sollicitées.

Retour élastique élevé → augmente la résistance à la fatigue

# Préparation du support



# Préparation de l'encollage



# Conditions atmosphériques

SN 640 430

## 30 Conditions météorologiques

Les enrobés bitumineux compactés ne peuvent être mis en œuvre que si les conditions météorologiques (température, précipitations, vent) permettent un compactage conforme aux prescriptions et une parfaite liaison entre les couches. La mise en œuvre ne doit pas avoir lieu dans les conditions suivantes

- Couches de roulement: lorsque la température du support est inférieure à +15 °C et lors de précipitations.
- Couches de liaison et de base jusqu'à 60 mm d'épaisseur: lorsque la température du support est inférieure à +10 °C ou si celui-ci, en cas de précipitations, est recouvert d'un film d'eau continu.
- Couches de liaison et de base de plus de 60 mm d'épaisseur: lorsque la température de l'air est inférieure à +5 °C, ou que la surface de la couche ou le support sont gelés ou ramollis, ou, en cas de précipitations, qu'un film d'eau continu se forme sur le support.

## Dans la pratique :

Etat de la surface à coller					
<input type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Pas propre	<input type="checkbox"/> Bord	<input type="checkbox"/> Pas propre	<input type="checkbox"/> Mouillé	<input type="checkbox"/> Pas lavé
Humidité de l'air HR %	.....%				<b>Valeur nom.</b>
Température de surface TS	.....°				>10°
Température de l'air TA	.....°				>15°
Température du point de rosée TD	.....°				>6°
<b>DELTA T</b>	.....°				>4°

## Prescriptions cantonales (exemple)

### Application :

La surface doit être sèche, propre et les bords de route particulièrement soignés. Tout épandage sera proscrit si la température est inférieure à 5 °C. Il ne devra y avoir ni brouillard ni pluie.

Attention lors de l'utilisation de couches d'accrochages à base d'émulsion tenir compte que les temps de rupture de celle-ci sont, généralement, directement dépendants de la température extérieure. Temps de séchage plus long !!

# Rupture de l'émulsion

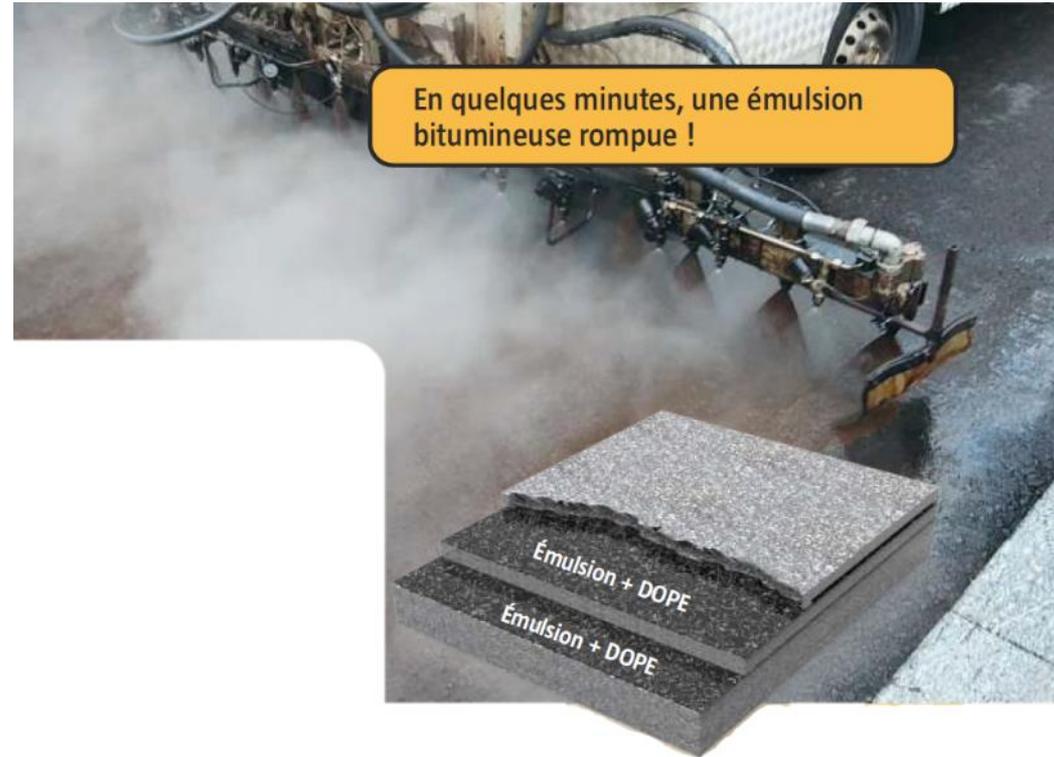
- Une rupture complète de l'émulsion est essentielle pour garantir une force d'adhésion maximale.
- Il est impératif de laisser rompre l'émulsion avant de circuler dessus : passage de la couleur marron à la couleur noire.

de 60 à 120 minutes selon les conditions de température et d'humidité



# Couche d'accrochage à rupture rapide

La rupture peut être accélérée en appliquant une dope de rupture rapide (appliquée à part ou intégrée à l'émulsion).



Dans de bonnes conditions (humidité <55%, température >16°C, support sec), la rupture peut se faire en moins de 10 minutes, au lieu de 60 minutes

# Utilisation de lait de chaux

Une couche de lait de chaux peut être appliquée sur la couche d'accrochage.

## Objectif

- Protéger la couche d'accrochage en cas de fortes chaleurs en évitant l'arrachement du liant bitumineux sous les pneus et chenilles des engins de travail

## Effets complémentaires

- Réduire le noircissement des chaussées aux abords du chantier
- Permettre une circulation momentanée du trafic (aussi réduite que possible)



**Le lait de chaux doit être appliqué seulement après la rupture complète de l'émulsion de bitume.  
Il faut ensuite lui laisser le temps de sécher.**



# Utilisation de lait de chaux

- Résistance au cisaillement : L'utilisation de lait de chaux dans les quantités recommandées n'affecte pas la performance de la liaison inter-couches.

## LIAISONS ENTRE COUCHES (Leutner) VSS 70 461

ACMR 8 PmB 45/80-65 (CH-E)						
LIAISON ENTRE LES COUCHES [kN]	42.2	40.3	37.6	40.4	40.3	37.7
ACT 22N 70/100						

VALEUR MOYENNE SANS LAIT DE CHAUX [kN]	VALEUR MOYENNE AVEC LAIT DE CHAUX [kN]
40.0	39.5

- Dosage type de lait de chaux : 250 g/m<sup>2</sup> ( soit 11g/m<sup>2</sup> de chaux hydratée)
- Attention à maintenir le support propre s'il est circulé avant la pose de l'enrobé.

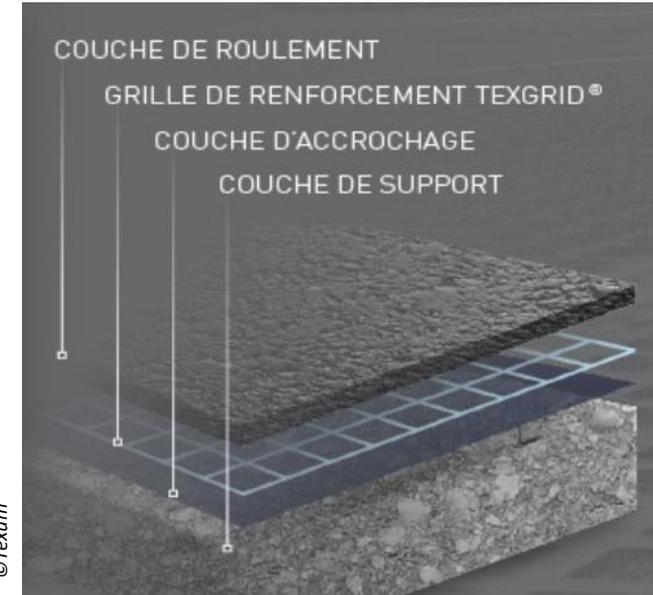


# Couche d'accrochage avec grille de renforcement

Une géogridde en fibre de verre et/ou de carbone a pour objectif de renforcer les chaussées en prévenant les différents types de fissuration (contraintes de fatigue, thermiques ou de réflexion)

## Points d'attention :

- Les fissures du support doivent être pontées
- Pose d'une couche d'accrochage à l'émulsion de bitume, avec un dosage résiduel augmenté (minimum 250 gr/m<sup>2</sup>)
- Attendre la rupture complète de l'émulsion avant de procéder à la pose de la géogridde
- La grille correctement mise en place doit être compactée avec un petit rouleau
- Selon les conditions, l'application de lait de chaux ou de gravillon est recommandée
- Compte-tenu du caractère acide de l'émulsion (pH<4), la fibre de verre doit avoir une résistance particulière à la corrosion dans le temps (type verre E-CR)



# Nettoyage du support

## Faut-il laver un support raboté ?

Le rabotage va laisser des agrégats d'enrobés et de la poussière d'enrobé

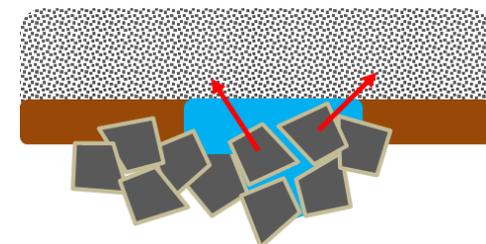
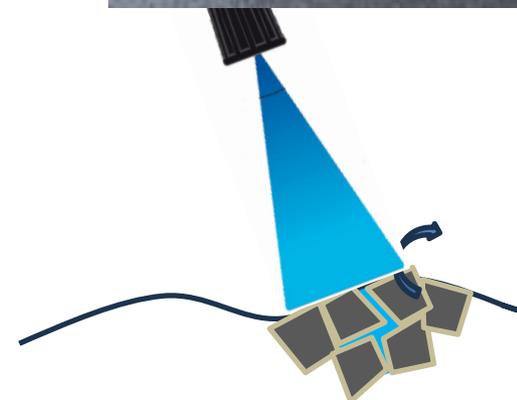
→ Double balayage avec une balayeuse correctement équipée (brosses en bon état et filtres propres)

### Problématique du lavage :

- Le lavage à haute pression va pousser de l'eau dans le support inférieur, qui sera emprisonnée sous les cailloux qui ont été soulevés par la raboteuse mais pas enlevés.
- Lors de la pose de l'enrobé, l'eau emprisonnée va être mise en ébullition et va remonter entre les couches. L'encollage ne sera pas efficace sur cette zone.

### Si le support est lavé :

- Il faut laisser assez de temps pour que le support sèche en profondeur
- Effectuer le lavage dans le sens inverse du rabotage.



# Séchage

- Le séchage mécanique du support permet de retirer l'humidité résiduelle afin de garantir la qualité de la couche d'accrochage.
  - Rosée matinale
  - Humidité en tunnel
  - Séchage après brossage / aspiration
- L'opération doit être réalisée à l'aide d'un chauffage radian à température contrôlée.
- Cette opération prend du temps et doit être anticipée dans le planning de réalisation.



## Attention :

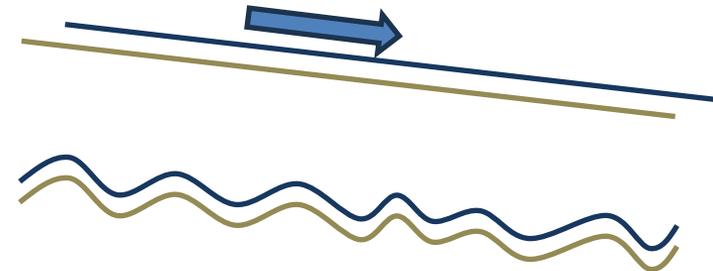
- Le contact direct des flammes sur l'enrobé est prohibé !
- Un séchage de surface n'assure pas le retrait de l'humidité qui peut être piégée dans le support suite à un lavage haute pression.

# Couche d'accrochage sur support «faux neuf»

- Selon la configuration des chantiers, il se peut que la couche de roulement soit posée plusieurs mois, voire 1 an, après la couche de liaison.
  - En général, le support est lavé, mais pas raboté, avant l'application de la couche d'accrochage.
- En raison de l'effet de polissage des granulats lié au roulement des véhicules, des défauts d'accrochage peuvent survenir.

## Un (micro-)rabotage est recommandé :

- Sur des emplacements très sollicités, avec de forts effets de cisaillement
- Sur les tronçons à forte déclivité ou avec un dévers important
- Sur les giratoires, afin d'augmenter la surface de contact et obtenir un effet de crantage



# 6- Conclusions

# Conclusion

- La couche d'accrochage sert à assurer la liaison entre les différentes couches d'enrobés et à contribuer ainsi à maîtriser les effets de cisaillement.
- La couche d'accrochage doit être réalisée sur un **support propre et sec** avec une couche de bitume homogène de qualité adaptée et correctement dosée.
- Avant la pose de la couche de l'enrobé le film bitumineux doit avoir atteint sa force d'adhésion maximale, **l'émulsion doit avoir totalement rompu**.
- La capacité d'adhésion du film bitumineux **ne doit pas être réduite** (salissures par les véhicules circulant dessus, forte sollicitation mécanique, exposition prolongée à l'air libre), sinon une nouvelle couche devra être appliquée.
- La couche d'accrochage n'est **qu'un élément parmi tous les autres** de la bonne réussite d'une liaison inter-couches.

Liaison inter-couches insuffisante  $\neq$  Mauvaise opération d'encollage