Ministère de l'Equipement,
du Logement,
de l'Aménagement du Territoire,
et des Transports
DR-DSCR

NOTE D'INFORMATION

CHAUSSEES-TERRASSEMENTS 25

Auteur : SETRA/DCT

Editeur : SETRA

LE DECOLLEMENT DES COUCHES DE REVETEMENT DE CHAUSSEES

NOVEMBRE 1986

Résumé

Le décollement des couches de chaussées, et notamment celui des couches de surface est souvent la cause de l'apparition prématurée de désordres importants sur des chaussées neuves ou renforcées. Le phénomène se traduit par l'apparition précoce de dégradations (fissures anarchiques, faïençage) dont l'évolution est rapide et qui conduisent à des travaux de réfection coûteux. Le respect de la mise en oeuvre d'une couche d'accrochage exécutée dans des conditions correctes constitue la meilleure prévention contre le phénomène.

I - LE PHENOMENE DU DECOLLEMENT DES COUCHES

- Ampleur du phénomène

Depuis une dizaine d'années, l'examen de certaines chaussées dont la surface se dégrade prématurément, met en évidence des défauts de liaison notamment entre la couche de roulement et la couche de base.

Ce phénomène concerne à des degrés divers au moins 1000 km de chaussées neuves ou renforcées de Routes Nationales. Il touche plus de 5 % du linéaire du réseau soumis à l'entretien préventif, mais conduit à des travaux d'entretien lourds et onéreux (recyclage, tapis d'enrobés épais, renforcements) qui logiquement sortent du cadre de l'entretien préventif. Ces réparations lourdes ont déjà coûté à elles seules environ 20 MF pour l'année 1985. Elles interviennent en moyenne deux fois plus tôt et coûtent deux à cinq fois plus cher que l'entretien normal d'une structure correctement collés.

Cet exemple montre que l'enjeu des phénomènes de décollement est donc énorme pour les programmes d'entretien de tous les maîtres d'ouvrage.

- Description du phénomène

Il y a décollement entre la couche de roulement et la couche de base. La couche de roulement étant désolidarisée des couches inférieures, le fonctionnement du corps de chaussées sous l'effet du trafic et des charges dynamiques qu'il supporte est profondément modifié.

En particulier, la couche de roulement ne travaille plus uniquement en compression mais aussi en traction puisqu'elle peut glisser sur la couche de base. De même, les couches inférieures subissent des contraintes de traction beaucoup plus élevées. Par exemple les contraintes dans la couche de base augmentent de l'ordre de 50 % dans le cas d'une structure 15 GB + 8 BB* et de l'ordre de 25 % dans le cas d'une structure 25 GC + 8 BB*.

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

- Les causes

Pour les 2 types essentiels de structure GB + BB* (couche de base traitée aux liants hydrocarbonés) et GH + BB* (couche de base traitée aux liants hydrauliques) les causes communes du phénomène sont le plus souvent les suivantes :

- pollution de l'interface pendant les travaux,
- absence de couche d'accrochage entre les couches de base et de roulement
- présence d'eau au niveau de l'interface :
  L'eau peut venir depuis la surface de la chaussée par infiltration à travers l'enrobé fissuré ou devenu poreux. Elle peut aussi remonter du terrain naturel par succion à travers le corps de chaussée,
- dilatation thermique différentielle entre couches,
- dosage en liant insuffisant de la couche de roulement en enrobé, compacité et imperméabilité étant correctes,
- porosité des granulats mal prise en compte, à l'origine de l'absorption d'une partie du liant.
- réalisation des travaux en période hivernale

En ce qui concerne les structures dont la couche de base est traitée aux liants hydrauliques (GH + BB) le décollement peut être également imputé à des défauts de la couche de base elle-même, ce qui accroît le risque possible.

La surface de la couche de base peut en effet être altérée dans les circonstances suivantes :

- la mise en oeuvre par température trop basse affaiblit le durcissement de la grave traitée aux liants hydrauliques. Selon les liants utilisés, la mise en oeuvre doit être effectuée 1 ou 2 mois avant la 1ère période de gel,
- la mise en oeuvre par température trop élevée peut conduire à un dessèchement prématuré de la surface de la couche de base si sa teneur en eau est insuffisante (si un enduit de cure n'est pas réalisé ou si le maintien de la teneur en eau par arrosage n'est pas assuré),
- le réglage fin de la couche de base à la niveleuse après compactage, dans le souci d'obtenir un bon niveau d'uni avant la mise en oeuvre de la couche de roulement, est l'une des causes les plus fréquentes du décollement de celle-ci.

*NOTA :
GH : Grave hydraulique
GB : Grave bitume
BB : Béton bitumineux
GC : Grave ciment
les chiffres indiquent l'épaisseur de la couche

Cette opération entraine un feuilletage superficiel : il y a décompactage de la surface et mise en place en couches minces de matériau foisonné que l'on peut difficilement recompacter. Le compactage doit rester l'opération finale de mise en oeuvre, et le réglage final doit être fait au plus tard au milieu de la période du compactage.

Dans les conditions précédentes, la prise de la grave hydraulique plus ou moins bonne dans la partie supérieure de la couche engendre à terme un décollement entre couche de roulement et couche de base.

En ce qui concerne les structures dont la couche de base est traitée aux liants hydrocarbonés (GB + BB) le décollement entre couches de base et de surface peut se manifester spécifiquement à la suite d'un manque de compacité de la grave bitume en surface dû à une ségrégation des granulats.

II - LES CONSEQUENCES DU PHENOMENE

- L'identification

Visuellement, c'est par la nature des dégradations en surface de la couche de roulement et surtout leur vitesse d'évolution que l'on peut appréhender le phénomène.

Le décollement entre couche de roulement et couche de base conduit à un sous-dimensionnement du corps de chaussée dans son ensemble : des fissures apparaissent en surface de la couche de roulement malgré un niveau de déflexion qui reste généralement raisonnable. Ces fissures sont anarchiques et se ramifient rapidement pour engendrer un faïençage généralisé (voir photo 1).

Photo 1 : Exemple de chaussée où le phénomène de décollement a été mis en évidence par carottage.

On remarquera que si ces dégradations apparaissent sur une chaussée relativement ancienne, on ne peut conclure d'emblée à un phénomène de décollement de couches ; les présomptions ne peuvent se justifier que si la chaussée ou le renforcement sont récents .

Le carottage qui peut sembler être à priori la méthode d'investigation idéale n'est pas entièrement satisfaisante : les conditions de carottage (vitesse de rotation, pression appliquée) peuvent entrainer ou non un décollement qui n'existait pas à l'origine. (voir photo 2).

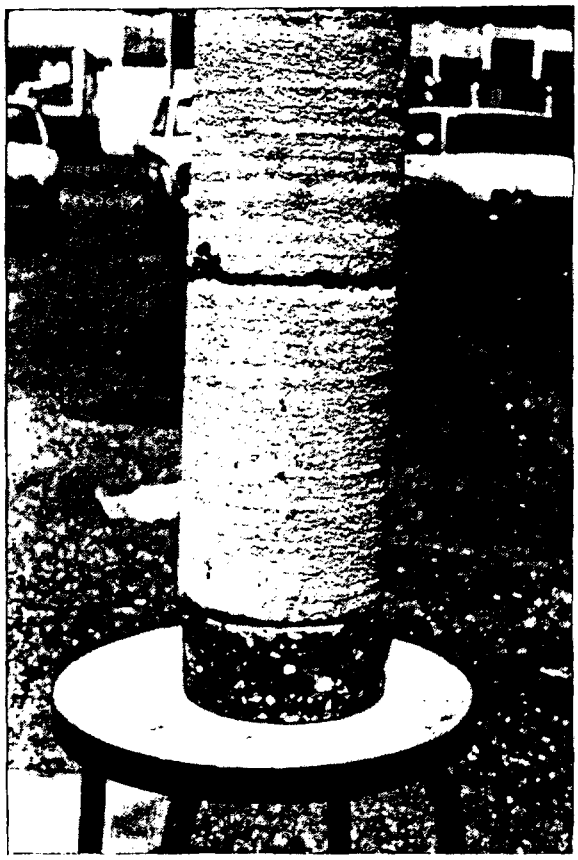


Photo 2 : Exemple de carottes prélevées sur chaussées à couches décollées.

Les Laboratoires Régionaux des Ponts et Chaussées utilisent les 2 méthodes suivantes :

- les mesures au collographe : Il s'agit de recueillir en continu à travers la couche de chaussée auscultée, la réponse à une vibration engendrée par une bille vibrante en roulement. L'enregistrement graphique du signal obtenu permet d'apprécier qualitativement l'état de cohésion des couches inférieures, notamment au niveau de leur interface.
- Les mesures de déformations par ovalisation* :
  L'essai consiste à mesurer les variations, à plusieurs niveaux, du diamètre d'un trou de carottage au passage de l'essieu d'un véhicule chargé. Ces mesures permettent, en utilisant divers modèles mathématiques d'évaluer les valeurs d'allongements et de contraintes que subit la couche de chaussée à ces mêmes niveaux. Associée aux lois de comportement en fatigue des matériaux, l'ovalisation permet l'estimation des qualités résiduelles des chaussées, base de connaissance pour une future étude de dimensionnement.

En dehors des résultats que donnent ces 2 méthodes, on connait mal la nature physique du processus de collage des couches.

- **Remise en état**

Lorsque le phénomène de décollement de couche est détecté on se trouve devant la situation suivante :

- une structure sous-dimensionnée,
- une couche de roulement décollée de son support et fissurée voire faïençée dont la rupture est prévue à court terme,
- une couche de base éventuellement en bon état structurel ou plus ou moins dégradée à sa partie supérieure ou dans sa masse.

Il existe 3 stratégies possibles :

1- Quand on ne dispose pas dans l'immédiat de moyens financiers suffisants, on aura recours à des techniques d'attente du type colmatage des fissures ou enduit superficiel pour imperméabiliser la couche de roulement et chercher à ralentir si possible le processus de décollement complet. Cependant cette solution nécessitera ultérieurement des travaux plus conséquents ; la fatigue du corps de chaussée ne cessant de s'accroître.

2- Quand on aura mis en oeuvre les moyens financiers suffisants pour effectuer une réparation lourde assurant la pérennité de la chaussée, on aura la choix entre 2 stratégies :
   2.1.- Soit supprimer par fraisage la couche de roulement en enrobés voire une partie de la couche de base dégradée, et mettre en oeuvre une nouvelle couche de roulement en utilisant des matériaux enrobés neufs ou recyclés. (voir schéma).

*L'ovalisation s'applique plus particulièrement aux couches de chaussées traitées aux liants hydrocarbonés

2.2.- soit considérer la chaussée initiale comme support et la renforcer par des nouvelles couches de base et de roulement ou une forte épaisseur de matériaux enrobés.

Dans ces deux cas, le coût des travaux est très élevé et disproportionné par rapport à celui qu'aurait entrainé la mise en oeuvre d'une couche d'accrochage soigneusement réalisée, avec toutes les précautions et les contrôles requis.

Dans le cas de la stratégie 2.1. (fraisage et mise en oeuvre d'enrobés neufs ou recyclés) l'étude consiste notamment à calculer (programme informatique ALIZE) les épaisseurs d'enrobés à mettre en oeuvre en fonction des épaisseurs de couches fraisées, de l'état de dégradation et de l'ancienneté de la couche de base.

Selon les valeurs résiduelles des matériaux restés en place, on calcule e épaisseur complémentaire pour compenser la fatigue de la couche de base (voir schéma cas C).

Les épaisseurs théoriques d'enrobé à mettre en oeuvre dans le cas d'un rechargement ou d'un renforcement sont variables selon les hypothèses retenues quant à l'état résiduel du corps de chaussée et la durée de vie envisagée. Elles peuvent atteindre 15 à 20 cm de matériaux enrobés.

Si e est élevée, une solution GH + BB peut être envisagée dans la mesure où elle est économique.

Pour chaque problème posé, une étude économique est indispensable pour choisir la solution technique la mieux adaptée. Le recyclage est souvent intéressant dans le cas d'une structure du type GB + BB, si qualité et quantité des fraisats sont suffisants. Son intérêt peut être réduit dans le cas d'une structure de type GH + BB, surtout si on est amené à fraiser une bonne partie de la GH, dont les fraisats ne sont pas réutilisables.

III- LA PREVENTION

Une note du Directeur du SETRA, (datée du 14 Juin 1984) voir annexe relative au décollement des couches de surface des chaussées, évoque l'ampleur du phénomène, ses causes et l'interêt du respect de la mise en oeuvre d'une **couche d'accrochage** entre couches consécutives dans tous les cas de figure. Elle conseille par ailleurs de la réaliser dans des conditions correctes : dosage suffisant du liant, mise en oeuvre à la rampe, bonne homogénéité de la couche support (éviter le feuilletage superficiel pour les graves traitées aux liants hydrauliques et la ségrégation pour les graves bitumes,) propreté du support et bonnes conditions climatiques.

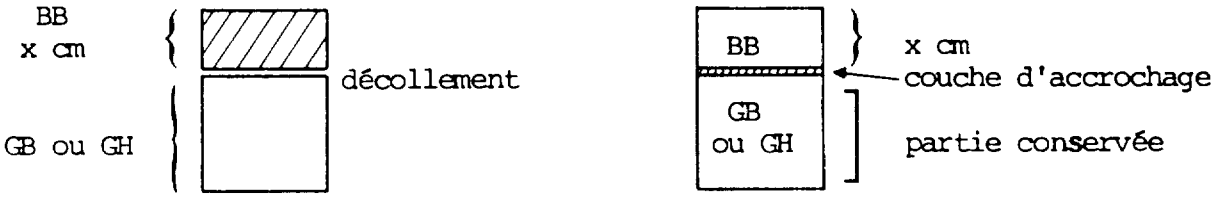
Cette note a vocation à concerner l'ensemble des divers réseaux routiers pour lesquels ce phénomène peut se manifester. L'enjeu est particulièrement important pour les chaussées à couche de base traitée qui ont des interfaces très sollicitées (couche de roulement mince, couche de base rigide.)

Le phénomène de décollement peut donc être un des modes de dégradation critique. Le contexte des crédits d'entretien et le coût élevé des réparations doivent donc conduire à prendre toutes les précautions utiles pour réussir le collage des couches.

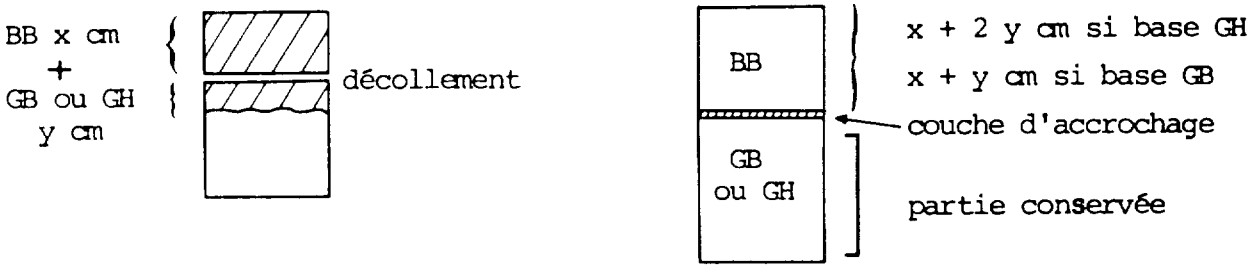
Une forte sensibilisation des équipes de contrôle et de mise en oeuvre est nécessaire pour que soient respectés les conseils intégrés dans les diverses recommandations relatives à la mise en oeuvre des couches.

C'est à ce prix que pourra être limité ce phénomène de décollement.

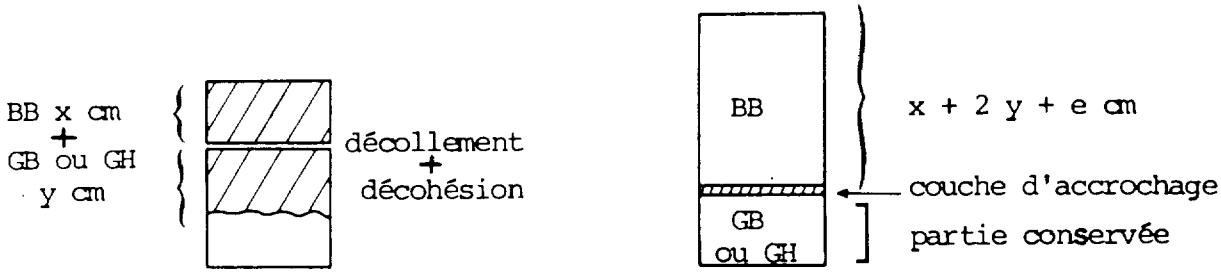
A : Couche de base récente non dégradée ni en surface, ni dans sa masse.



B : Couche de base récente dégradée en surface mais pas dans sa masse.



C : Couche de base ancienne dégradée en surface et dans sa masse.



Légende : épaisseur à fraiser

ANNEXE

MINISTERE DES TRANSPORTS

DIRECTION DES ROUTES

SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES
DES ROUTES ET AUTOROUTES

S.E.T.R.A.

B. FAUVEAU
Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

Directeur

46, Avenue Aristide Briand
B.P. 100 - 92223 BAGNEUX
Tél. 664.14.77
Telex 260763 SETRA BAGNX

Bagneux, le 14 Juin 1984

Le Directeur du S.E.T.R.A.

à

Messieurs les Directeurs Départementaux
de L'Equipement

**Note relative au décollement des couches
de surface de chaussée**

Un certain nombre de chaussées construites ces dernières années, montre des signes de dégradations prématurées. Il s'agit de chaussées neuves ou bien renforcées à structures traitées aux liants hydrauliques ou hydrocarbonés, mais à chaque fois l'auscultation de la chaussée a montré que ce vieillissement précoce est dû à un décollement des couches de surface.

La réparation de tels dommages est extrêmement coûteuse. En effet, il est alors nécessaire soit d'enlever la couche incriminée et de la remplacer en la recyclant éventuellement, soit de procéder à un renforcement de structure.

CONCLUSIONS

Le décollement des couches de surface est un mal aux conséquences coûteuses. Mais il peut être enrayeé en respectant des règles simples de mise en oeuvre. Il convient d'attirer l'attention des Maîtres d'Oeuvre et des surveillants de chantier sur les points évoqués ci-dessus. De même les marchés de travaux devront préciser les dispositions à prendre afin d'obtenir une bonne réalisation en insistant particulièrement sur :

- la nécessité absolue de réaliser une couche d'accrochage correcte (dosage en liant suffisant et mise en oeuvre à la rampe) quelle que soit la nature de la couche support,
- l'obtention d'une bonne homogénéité de la couche support en évitant le feuilletage superficiel pour les graves traitées aux liants hydrauliques et la ségrégation pour les graves-bitume,

Enfin le phasage des travaux devra tenir compte des périodes pendant lesquelles certaines techniques ne peuvent être exécutées.

**L'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
Directeur du S.E.T.R.A.,**

B. FAUVEAU

BIBLIOGRAPHIE

Pour Ingénieurs :

"LE COLLOGRAPHE"
JC. GRAMSAMMER, JP. POILANE,
M. LOUET, JP. NERFIE
Bulletin de Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées n° 126 - Juillet-Août 1983

"UTILISATION DE L'OVALISATION EN AUSCULTATION DES CHAUSSEES"
M. GOACOLOU, P. KERYELL, R. KOBISH, JP. POILANE
Bulletin de Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées n° 128 - Novembre--Décembre 1983

Pour Tous :

"NOTE RELATIVE AU DECOLLEMENT DES COUCHES DE SURFACE DES CHAUSSEES"
B. FAUVEAU - S.E.T.R.A.
Note aux Directeurs Départementaux de l'Equipement - 14 Juin 1984

TABLEAU RECAPITULATIF DES NOTES D'INFORMATION DE LA DIVISION CHAUSSEES TERRASSEMENTS

Ref.	N°	TITRE	Edition
D05	1	Lame biaise de déneigement	AVR 84
D05	2	Utilisation de la bouillie de sel en viabilité hivernale	MAI 84
D03	3	Réemploi du béton de démolition dans le domaine routier	MAI 84
D05	4	Réparations des chaussées souples dégradées par le gel	FEV 85
D05	5	Caissons calorifugés	FEV 85
D01	6	Un géotextile tridimensionnel	FEV 85
D05	7	Enduits superficels épais	MARS 85
D03	8	Flash sur le marché des granulats en France	FEV 85
D05	9	Enrobés coulés à froid	AVR 85
D05	10	Enrobés drainants	AVR 85
D03 D05	11	Lexique des marques, produits, procédés d'entreprise à base de liant hydrocarboné pour chaussées et aires diverses	JUIN 85
D01	12	Stabilisation chimique des sols par les produits organiques	JUIN 85
D04	13	Porteur multi-services	SEPT 85
D04	14	Points à temps automatique	SEPT 85
D05	15	Evolution de la technique de scellement de fissures sur chaussées	OCT 85
D03	16	Sables enrobés cloutés	DEC 85
D03	17	Sables excédentaires de carrières	DEC 85
D03	18	Béton compacté	DEC 85
D03	19	Emulsion à rupture maitrisée	FEV 86
D05	20	Enrobés très minces à chaud	AVR 86
D04/3	21	Un nouveau concasseur en carrière...	JUIL 86
D04/4	22	Qualité des enrobés fabriqués en centrale à tambour sécheur enrobeur	JUIL 86
D03	23	Retraitement en place des chaussées	SEPT. 86
D01	24	Procédé TEXSOL	SEPT 86

Cette note a été rédigée par:

Yves MEUNIER
Division Chaussées et Terrassements
Arrondissement Entretien
Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes

S.E.T.R.A. - 46, Avenue Aristide Briand - 92220 BAGNEUX - France
Télex 260 783 SETRA BAGNX - Tél: (1) 42.31.31.31
Renseignements Techniques: Y. MEUNIER DCT -Tél. (1) 42.31.33.83
Bureau de ventes - Tél: (1) 42.31.31.53 - 42.31.31.55 - Référence du document: D 8643

AVERTISSEMENT:

Cette série est destinée à fournir une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité, ni de son auteur, ni de l'administration.