

RETRAITEMENT EN PLACE D'UNE CHAUSSEE A L'EMULSION DE BITUME

J.C.VALEUX
CETE Normandie Centre
Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Rouen, France
jean-claude.valeux@equipement.gouv.fr

D.THOURET
COLAS Sud-Ouest
thouret@floirac.colas.fr

RESUME

Le retraitement de chaussées en place constitue une réponse économiquement intéressante et techniquement fiable à la réhabilitation des chaussées routières et aéronautique.

Réponse économique par le fait qu'elle contribue :

- A économiser les prélèvements de granulats « nobles » en carrières
- A réduire la production des déchets provenant de la route
- A réduire les mises en décharge de matériaux routiers
- A réduire les nuisances dues au transport de granulats

Réponse technique à l'entretien

- En cas de faiblesse structurelle de la chaussée
- En cas de défauts observés dans les couches de surface (profils, faïençage, nids de poule, arrachements, fissures...)
- En cas de décollement des couches constituant la chaussée.

Cette technique a pour avantages sur les autres techniques de réhabilitation de sauvegarder le niveau de seuil de la chaussée et de réduire la gêne à l'utilisateur en travaillant alternativement par demi - chaussée. Elle est d'ailleurs encouragée par la Direction des Routes française.

Pour la première fois en France cette étude a été menée en s'appuyant sur le guide technique français de retraitement en place des chaussées, la présente communication décrit l'instruction d'un chantier de retraitement à l'émulsion de bitume à réaliser sur les routes départementales situées dans la zone Caraïbes, depuis l'analyse du gisement en place, les études préalables, la technique de retraitement préconisée jusqu'à la rédaction des prescriptions techniques du Maître d'œuvre pour instruire le marché et le jugement de la proposition technique de l'entreprise retenue au marché.

MOTS CLES

CHAUSSEE / ENTRETIEN / RECYCLAGE / RETRAITEMENT EN PLACE / EMULSION

1. MODE DE REHABILITATION DES CHAUSSEES

La solution du retraitement en place avait été envisagée pour les raisons suivantes :

- L'impossibilité de rehausser le niveau des chaussées par une nouvelle couche supérieure à 4cm (présence de caniveaux en béton)

- Nécessité de recoller les couches d'enrobé mises en œuvre au cours de travaux d'entretiens successifs
- Amélioration des qualités d'usage de la couche de roulement (régénération du bitume, amélioration de la rugosité, réparations des nids de poules et du faïençage, amélioration des profils...)
- Possibilité de travailler par demi - chaussée sans interrompre la circulation routière
- La rapidité d'intervention (5 à 10000m² par jour , soit environ 1km à 1,6km de chaussée)
- La protection de l'environnement (pas de mise en décharge des matériaux de la chaussée et pas d'emprunt de granulats)
- L'absence de transport de matériaux risquant de dégrader le réseau routier avoisinant
- L'économie des ressources naturelles de granulats

Compte tenu de la prédominance de structures de chaussées en matériaux traités au liant hydrocarboné, le retraitement en place à l'émulsion pouvait être envisagé et étudié dans sa faisabilité.

2. RECONNAISSANCE TECHNIQUE DES CHAUSSEES A RETRAITER

Une reconnaissance technique des différentes sections de chaussée a été réalisée par le Laboratoire des Ponts et Chaussées de Rouen, dans le but d'évaluer in situ :

- L'environnement de la chaussée, la géométrie, les profils, le trafic
- La présence de bouches à clefs et de réseaux divers...
- Le nombre et l'emplacement des sondages (carottages) à réaliser
- La nécessité de travaux préparatoires (dérasement des accotements, poutre de rive, travaux de drainage...)
- Le traitement des giratoires ou points singuliers
- Le traitement des dessertes locales

Les quatre sections de Route Départementale à retraiter représentent un linéaire de 10km. Ils sont situés à quatre endroits différents de l'île de la Martinique et parfois avec des pentes élevées, ce qui à priori impose une mobilité de l'atelier de retraitement de chaussée.

Sur l'ensemble des sections visitées, on note que les caractéristiques de surface (rugosité, adhérence) sont très faibles et insuffisantes en cas de pluie.

Sur certaines zones, la fissuration peut avoir pour origine un défaut structurel de la chaussée, en particulier dans les giratoires (Figure 1). En rive de chaussée, par manque de soutien en accotement ou dans les zones en remblai, on constate des fissures longitudinales à 30/40 cm des bords où l'eau s'infiltré pour détériorer la structure de chaussée; ce problème doit être traité avant le retraitement de la chaussée et faire partie des travaux annexes du marché de travaux.

D'autre part, l'eau en certains endroits est canalisée en rives de la chaussée par l'accotement herbeux. Un dérasement du niveau des accotements doit être envisagé préalablement aux travaux

Sur une section, la présence de nombreuses bouches à clefs situées sur la chaussée nécessite que celles-ci soient enfoncées avant le passage de la machine de fragmentation de l'atelier de retraitement et remises à niveau après le compactage de la couche de roulement.



Figure 1 – Fissures et faïençage

3. ANALYSE DU GISEMENT

A l'issue de cette reconnaissance technique, les sondages ont été positionnés à raison d'au moins un sondage tous les 250m et aux endroits où un doute sur l'homogénéité de la structure de la chaussée pouvait subsister.

Sur les 10km de chaussée, 41 carottes (figure 2) ont été prélevées et expédiées au Laboratoire des Ponts et Chaussées de Rouen.



Figure 2 – Carottes de chaussée prélevées sur place

L'analyse a porté sur :

- Les épaisseurs des différentes couches visualisées sur un schéma accompagnant la photo de la carotte.
- La granulométrie des matériaux et la teneur en liant.
- Les caractéristiques rhéologiques du liant (Pénétrabilité et Température Bille Anneau).

L'essai de pénétrabilité à 25°C, 100g, 5s exprimé en 1/10 de mm (norme NF EN 1426) permet d'apprécier la dureté du bitume; la valeur obtenue permet de classer les bitumes en catégorie (20/30, 25/50, 50/70...). Plus un bitume est dur plus sa pénétrabilité est faible. Sachant que la pénétrabilité d'un bitume diminue dans le temps du fait du durcissement naturel du bitume, cette valeur résiduelle est importante pour choisir le liant de retraitement.

La Température Bille Anneau en °C (norme NF EN 1427) appelée encore « point de ramollissement », permet d'apprécier la susceptibilité thermique du bitume; cette valeur est d'autant plus élevée que le bitume est dur. Compte tenu du durcissement du bitume lorsqu'il vieillit, sa Température Bille Anneau augmente avec le temps.

On pourra noter que la structure de la chaussée est en général constituée de plusieurs couches successives d'enrobés de granulométrie 0/12 à 0/20 mm posées sur une couche de fondation en grave non traitée de granulométrie 0/31,5. L'épaisseur d'enrobé varie de 8 cm à 27 cm. Les épaisseurs des carottes prélevées sur place montrent que la plupart des couches d'enrobés constituant la structure de la chaussée sont décollées entre elles. Il sera dans ce cas nécessaire d'utiliser une technique permettant de recoller les couches et un matériel capable de répandre préalablement une couche d'accrochage sous le matériau retraité.

L'analyse rhéologique du bitume des carottes d'enrobé donne des valeurs de pénétrabilités $< 10/10^\circ$ de mm avec un point de ramollissement bille anneau $> 70^\circ\text{C}$, donc un bitume qui a beaucoup vieilli et qui a atteint un niveau de dureté élevé se traduisant par une fissuration de la chaussée sous l'effet des contraintes thermiques importantes dans la région des Caraïbes

4. FAISABILITE DU RETRAITEMENT

L'étude de diagnostic réalisée sur l'ensemble des 4 sections de Routes Départementales ainsi que l'analyse des couches d'enrobé constituant la chaussée aboutit à la faisabilité d'une technique de retraitement en place à froid à l'émulsion sur une épaisseur de 8,10 ou 12 cm suivant les cas et sans apport de matériau pour corriger la granulométrie des agrégats d'enrobés.

La technique de retraitement grave émulsion à froid, de par son caractère auto - réparant, est ici bien adaptée pour éviter les remontées de fissures provenant des couches sous - jacentes. De plus cette technique devrait permettre d'apporter un renforcement structurel aux chaussées fatiguées et de redonner des caractéristiques de surface correctes pour l'usager (reprofilage, uni, adhérence, régénération du liant vieilli...).

Dans le cas présent la technique permet d'envisager un coût de réhabilitation de la chaussée inférieur de 30% à une technique classique de rechargement.

4.1. Classe du retraitement

Le retraitement en place à l'émulsion de bitume préconisé ici est de classe III et de niveau R1 suivant le guide technique de retraitement.

La classe III est préconisée lorsque les matériaux de l'ancienne chaussée à retraiter sont exclusivement des matériaux bitumineux et lorsque le retraitement vise à résoudre les problèmes liés au décollement d'interfaces et / ou le vieillissement et l'usure des enrobés. L'épaisseur est limitée à 12 cm et toujours supérieure de quelques centimètres à l'épaisseur de la ou des couches de surface anciennes de manière à traiter l'interface.

La plus grande dimension du matériau après fragmentation doit être inférieure à 25mm et les caractéristiques du liant vieilli ont une pénétrabilité supérieure à 10/10ème de mm et une Température Bille Anneau inférieure à 70°C.

La qualité R1 (tableau1) est le niveau de qualité de retraitement en place imposée par le Maître d'œuvre dans le cadre de l'appel d'offre sachant, que la nouvelle assise dans la chaussée aura un rôle de couche de base.

Ce niveau de qualité ne peut être atteint qu'à deux conditions :

- Que l'étude préalable réalisée avant travaux par l'entreprise adjudicataire du marché montre que la qualité des matériaux disponibles dans l'ancienne chaussée permette effectivement d'obtenir le niveau requis (homogénéité, performances mécaniques)

Que les matériels envisagés pour le retraitement permettent d'atteindre l'objectif de qualité R1. Cette condition est satisfaite par la valeur du coefficient HEPIL du matériel qui sera fixée par le Maître d'œuvre dans son marché.

Tableau 1 - Choix de la qualité du retraitement en fonction du cas de chantier

Classe de retraitement	Fonction de la couche retraitée	Classe de trafic	Qualité de retraitement	Qualité du compactage
I	Base ou fondation	T>T2	R1	Pourcentage de Vides moyen inférieur ou égal à 20 %
		T3=T=T2	R1 souhaitable R2 admis en fondation	
		<T3	R2 admis	
II ou III	Base ou liaison	T>T2	R1	
		T3=T=T2	R1	
		T<T3	R2 admis	

Le coefficient HEPIL correspond à des caractéristiques précises des matériels de retraitement, c'est ainsi que H correspond à la qualité d'homogénéisation de la machine, E à la maîtrise de l'épaisseur, P à la puissance disponible, I à la présence d'un dispositif d'injection de l'eau et L au dosage du liant en l'occurrence ici le dosage de l'émulsion.

Fixer une valeur de ce coefficient dans le marché, en préalable au chantier, permet au Maître d'œuvre de s'assurer que les matériels de retraitement proposés par l'entreprise adjudicataire seront capables d'obtenir la qualité R1 du retraitement fixée à l'issue de l'étude de faisabilité.


4.2. Atelier de retraitement


Pour satisfaire aux exigences de qualité du Maître d'œuvre et éliminer les hétérogénéités transversales rencontrées sur la chaussée, le coefficient HEPIL a été fixé à 33333 (tableau2). Seule une fraiseuse associée à un malaxeur (machine multifonctions) ou une fraiseuse associée à un finisseur peuvent convenir.

De plus pour assurer la liaison de la couche retraitée sur la structure fraisée de l'ancienne chaussée, une couche d'accrochage à l'émulsion est indispensable et justifie une technique d'exécution capable de garantir sa mise en œuvre.

Tableau 2 – Niveau de qualité des retraitements en fonction des performances du matériel

NOTE	3	2	1
Homogénéité			
Epaisseur	R1		R2
Puissance			
Injection			
Liant			

 Seuls les matériels de ce type permettent d'obtenir une qualité de retraitement R1. Ils permettent également R2.

 Les matériels correspondant à ces critères ne permettent qu'un retraitement R2.

 Matériels refusés

4.3 Couche de roulement

Sur la chaussée retraitée, la couche de roulement sera constituée de 4 cm de Béton Bitumineux 0/10. Sur une section de trafic T5 (donc assez faible) on préconise un ECF Enrobé Coulé à Froid) en tant que section expérimentale qui fera l'objet d'un suivi, afin d'en tirer des enseignements pour l'avenir.

A noter que pour faciliter le « mûrissement » de la couche retraitée à l'émulsion, la couche de roulement qui va la recouvrir doit être différée de 2 à 3 semaines suivant les conditions climatiques, le trafic supporté et son évolution au tout jeune âge.

Les giratoires seront traités à part avec la pose d'un Béton Bitumineux à Module Elevé 0/14 en 8 cm d'épaisseur après fraisage de 4 cm (les agrégats d'enrobés pourront être recyclés en centrale à chaud pour les enrobés de la couche de roulement suivant les spécifications de la norme sur le recyclage à chaud des agrégats d'enrobés.

4.4 Travaux annexes

Des travaux particuliers sont à réaliser préalablement au chantier de retraitement. On peut citer, la mise à niveau des bouches à clés, le dérasement des accotements et la mise en œuvre à certains endroits de poutres de rive décaissées et confortées sur 50cm de profondeur pour épauler la chaussée. Enfin, le réhaussement général des chaussées de 4cm va créer au niveau des caniveaux et accotements en béton une surépaisseur de 4cm que l'on devra chanfreiner au compactage pour éviter les accidents à cause de l'effet rail.

5. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES

A l'occasion de cette étude, les auteurs ont préparé un marché type comprenant un RPAO (Renseignements pour Appel d'Offre), Un acte d'engagement, un détail estimatif, un bordereau des prix et un CCTP type (Cahier des Clauses Techniques Particulières) établi sur la base du guide français retraitement en place des chaussées, disponible sur support informatique.

L'objet du CCTP est de définir les spécifications des matériaux et produits, les conditions de retraitement en place de l'ancienne chaussée à l'émulsion de bitume sans apport de matériaux, les modes de fabrication, de transport et de mise en œuvre de la couche de surface.

Les principaux points développés dans le CCTP sont :

5.1. Les indications générales et la description des travaux à réaliser

Un tableau de synthèse décrivant les caractéristiques des sections des routes départementales, les travaux annexes à réaliser et le type de retraitement retenu par le Maître d'œuvre. Obligation à l'entreprise de remettre au Maître d'œuvre à l'appui de son offre un Schéma d'Organisationnel des Plans d'Assurance Qualité (SOPAQ) qui devra contenir une présentation précise des caractéristiques techniques des matériels (en particulier le Coefficient HEPIL) et les grandes lignes des modalités d'exécution et d'organisation du chantier.

La fourniture d'un Plan d'Assurance Qualité (PAQ)

La fourniture à l'issue du chantier d'un Dossier d'Ouvrages Exécutés (DOE) regroupant la synthèse des résultats obtenus.

5.2. Les spécifications des constituants :

Provenance et qualité des matériaux et produits (émulsion, eau d'apport, couche de roulement)

Le retraitement en place à froid à l'émulsion de bitume (études de formulation et objectifs à atteindre, performances à atteindre après retraitement

Nota: Avant le démarrage du chantier et avec les matériaux représentatifs de la chaussée, l'entreprise adjudicataire doit réaliser une étude de formulation et vérifier les performances mécaniques à atteindre.

Pour un retraitement de classe III, les essais doivent conduire aux caractéristiques et aux performances suivantes:

Essai Duriez : % de vides < 14 , $r/R > 0,7$, R_c 14jours $> 5\text{MPa}$

Essai PCG : % de vides < 25 à 100 girations.

Gain de Température Bille Anneau 5 à 15°C

Teneur en vides du matériau retraité après compactage $< 20\%$

5.3. Les prescriptions de fabrication et de mise en œuvre

En particulier on fixe ici le niveau de qualité retenu par le Maître d'œuvre (R1) et le coefficient HEPIL du matériel qui sera présenté par l'entreprise, la profondeur du retraitement, la réalisation des joints longitudinaux et transversaux de reprise, le raccordement à la voirie existante, la couche d'accrochage, le compactage et le scellement de surface si les conditions climatiques sont défavorables.

Les travaux seront exécutés par demi - chaussée avec alternat pour ne pas interrompre la circulation.

La couche de roulement est définie et une fiche technique doit être fournie par l'entreprise lors de la remise des offres (essais réalisés sur le matériau de la couche de roulement et performances obtenues telles que la cohésion liant/granulats, adhésivité, désenrobage...) ainsi que les proportions des différents constituants du mélange.

5.4. Les spécifications et contrôles de conformité

La réception du matériel avant le chantier

Les planches d'essai et de référence permettant de caler le chantier et de s'assurer que la qualité est bien obtenue.

La nature et la cadence des contrôles réalisés par le contrôle intérieur de l'entreprise et le contrôle extérieur du Maître d'oeuvre

Les contrôles des qualités d'usage : macrotecture, épaisseur, profil en travers, flaches, uni longitudinal...

6. LE MARCHE DE RETRAITEMENT

Les travaux de retraitement de chaussée ont fait l'objet d'un appel d'offre européen avec solution de base exclusive « Le retraitement en place à froid à l'émulsion de bitume », sans ouverture aux variantes.

Cette solution nécessite évidemment que l'étude de faisabilité soit faite préalablement à la rédaction du CCTP par le Maître d'oeuvre et que le rapport de faisabilité du laboratoire des Ponts et chaussées soit joint au dossier d'appel d'offre.

Nota : Dans l'autre cas ou c'est l'entreprise qui propose une solution variante de retraitement en place, elle a dans ce cas la charge de faire l'étude de faisabilité dans le temps qui lui est imparti pour commencer le chantier, ce qui parfois est très court.

A l'heure actuelle l'entreprise retenue est l'entreprise COLAS , celle-ci a soumissionné en proposant la technique NOVACOL, retraitement à froid en place à l'émulsion de bitume (Figure 3). Cette technique consiste à fraiser en place la chaussée sur une épaisseur fixée et une largeur de 3,5m et à mélanger et doser l'eau et l'émulsion avec les agrégats d'enrobés. Les matériaux retraités sont mis en cordon dans l'axe de la machine de fragmentation et repris par un élévateur à cordon qui apporte le matériau dans une trémie de finisseur. Pendant ce temps une rampe intégrée à l'élévateur de cordon applique la couche d'accrochage avant que le matériau retraité soit remis en oeuvre sur la chaussée et précompacté. Le compactage final est assuré par un compacteur vibrant tandem et un compacteur à pneus.



Figure 3 – Atelier de retraitement en place NOVACOL (COLAS)

7. CONCLUSIONS

Le retraitement en place des chaussées à l'émulsion de bitume est une technique qui date des années 1950. Des échecs dus à la non maîtrise de la qualité ou à l'utilisation de matériel agricole peu adapté ont ralenti jusqu'à présent son développement.

Les spécifications mieux précisées par l'administration des routes sous forme de guide technique, les progrès accomplis par les entreprises dans la maîtrise des travaux, les efforts des constructeurs pour développer des matériels adaptés et performants vont permettre de redonner ses lettres de noblesse à cette technique routière à part entière qui aujourd'hui offre une réponse au développement durable.

REFERENCES

CFTR (Comité Français des Techniques Routières) - LCPC / SETRA - Guide technique Retraitement en place à froid des anciennes chaussées – Livret commun – Livret technique 1 : Liants hydrocarbonés – Livret technique 2 : Liants hydrauliques – Livret technique 3 : Liants composés.

Norme XP P 98-135 : Enrobés hydrocarbonés – Caractérisation des agrégats d'enrobés.

Ministère de l'environnement / Ministère des transports (Direction des routes) - Circulaire gestion des déchets du Réseau Routier National N° 2001-39 du 18 juin 2001.

Revue générale des routes et aérodromes N°745 – Novembre 1996 – Retraitement en place au NOVACOL.

J F Lafon (1993) Retraitement à froid des chaussées à l'émulsion de bitume. Méthodologie d'étude, suivi de réalisation et de comportement. Bulletin de Liaison des Ponts et Chaussées N°183.

D.Thouret et J C.Valeux (2002) Marché type pour le retraitement en place des anciennes chaussées aux liants hydrocarbonés (CDRom).

J C Valeux (2000) Guide technique : Utilisation des matériaux de Haute Normandie. Le retraitement en place à froid des anciennes chaussées - CETE Normandie Centre / DRE Haute Normandie.