

# NOTE D'INFORMATION

DE LA DIVISION CHAUSSEES TERRASSEMENTS  
DU SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

## ENDUITS SUPERFICIELS EPAIS

### RESUME

Les enduits superficiels **épais** sont exécutés par répandage d'environ 3 kg de liant suivi d'un gravillonnage.

La nature des liants des enduits épais leur permet d'être appliqués en forte épaisseur sans risque majeur de ressuges.

Ces liants ont des performances mécaniques élevées, ce qui conjuguée à la forte épaisseur d'application leur permet de jouer un rôle de membrane pouvant résoudre les problèmes de faïençage ; ils sont constitués, soit de mélange de bitume et de poudrettes de caoutchouc, soit de bitumes modifiés par l'ajout de polymères de synthèse.

Les constatations faites après deux années de réalisation montrent, en général, le bon comportement de ces enduits. Il est cependant nécessaire de suivre ces réalisations afin de vérifier la validité du procédé et son domaine d'emploi.

### I. HISTORIQUE

L'idée d'incorporer du caoutchouc pour améliorer les propriétés d'usage des liants hydrocarbonés est très ancienne. En effet, bien avant 1940, des enduits ont été mis au point à partir de goudrons et bitumes dans lesquels macéraient des caoutchoucs naturels sélectionnés.

Des répandeuses spéciales munies de malaxeurs avaient été conçues pour la préparation et l'application de ces liants fortement visqueux. L'une des dernières applications, datant d'environ vingt ans, a été réalisée sur la côte du Pecq à Chatou, à l'ouest de Paris.

Non développées à l'époque en France, ces

techniques ont été relancées aux Etats-Unis et les premiers essais effectués dans ce sens par Mac Donald ont conduit à un procédé breveté. Elles ont ensuite été réintroduites en France en 1981 sur le CD 922 (Puy de Dôme)

## II. PRESENTATION DES TECHNIQUES

Cette conception nouvelle des enduits impose de faire appel à des liants particuliers :

- le liant doit posséder des caractéristiques élastomériques élevées, c'est-à-dire présenter une grande capacité de déformation aux basses températures, pour pouvoir sceller les fissures des zones faïencées et fatiguées (l'essai de laboratoire correspondant est l'essai de traction allongement).
- le liant doit avoir une température de ramollissement suffisamment élevée pour éviter tout risque de ressuage juste après l'application (l'essai de laboratoire correspondant est l'essai bille et anneau).
- il est essentiel que le liant garde ses performances lors du vieillissement.

Deux voies sont actuellement suivies pour la fabrication de liants répondant à ces critères :

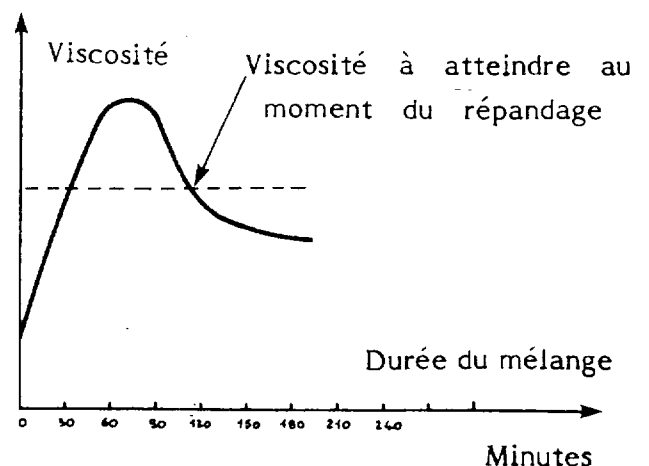
- les bitumes caoutchouc (qui ont été appliqués en enduits épais sur environ 1,5 millions de m<sup>2</sup> avant fin 1984),
- les bitumes-élastomère (qui ont été appliqués sur environ 200.000 m<sup>2</sup> et qui ne bénéficient donc pas, actuellement, d'une mise au point aussi élaborée que les précédents).

### II.1. Les liants bitume caoutchouc

Ces liants sont obtenus en mélangeant intimement de la poudrette de caoutchouc (provenant, en général, des pneus usagés) à raison de 16 à 25 % avec un bitume de pénétration 80/100 ou 180/220 suivant les usages. La réaction entre le bitume et le caoutchouc est favorisée par l'introduction d'huile aromatique dont le rôle est de favoriser le mélange des deux produits.

La poudrette de caoutchouc, de granulométrie de 0/2 mm, doit contenir de l'ordre de 50 % de caoutchouc naturel (il convient de remarquer que les pneus de poids lourds sont essentiellement constitués de caoutchouc naturel alors que les pneus des véhicules légers en contiennent peu).

Les particules de caoutchouc introduites dans le bitume additionné d'huile sont brassées de façon continue à une température de 200 °C pendant un temps dit "de digestion", au cours duquel s'opère la transformation partielle du caoutchouc. Pendant cette période, les fractions légères du bitume pénètrent les particules de caoutchouc et provoquent leur ramollissement et leur gonflement ; la viscosité du mélange augmente et le liant, à l'origine très granuleux, devient relativement homogène et fluide en fin de réaction.



Le temps de préparation du mélange varie avec :

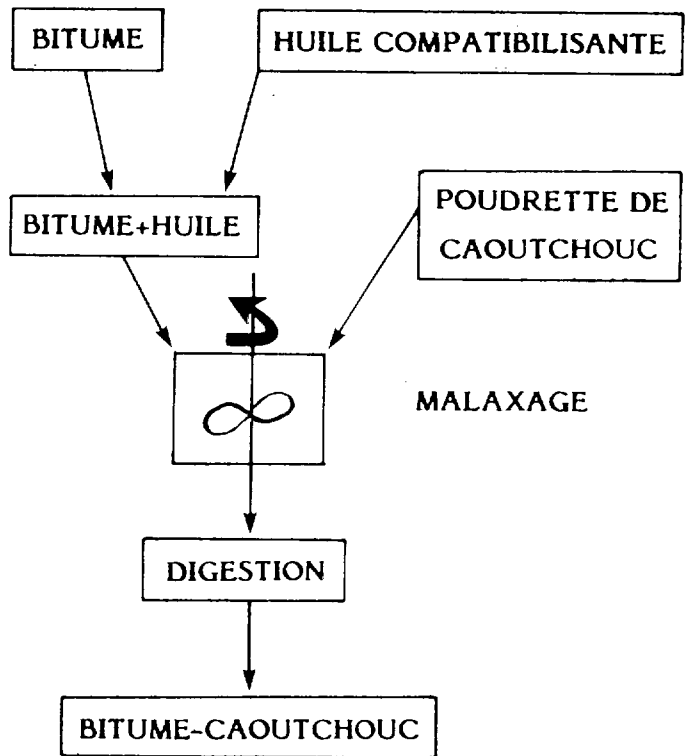
- le degré d'homogénéité du mélange : plus les particules sont dispersées, plus le gonflement sera rapide.
- la taille des particules de caoutchouc : plus grosse est la particule, plus il faut de temps pour réaliser le processus.
- la température : plus elle est élevée, plus rapide est le gonflement.
- la nature du bitume et de l'huile : l'huile et les résines aromatiques favorisent le mélange.

La chaîne de fabrication se compose :

- d'une citerne de stockage du bitume et de l'huile qui est équipée d'un dispositif destiné à obtenir un bon mélange bitume + huile (colonne de fluxage).
- d'un malaxeur équipé de systèmes de dosage du liant et de la poudre de caoutchouc : ce matériel mélange intimement le bitume et la poudre de caoutchouc.
- d'un digesteur dans lequel le mélange précédent est maintenu en température et, brassé en permanence pendant le temps de la réaction.

Du fait des températures élevées, ces matériels doivent être parfaitement calorifugés et comporter des systèmes de chauffage.

L'ensemble de ces matériels est mobile.



## II.2. Les liants bitume élastomère de synthèse

La technique des enduits épais aux bitumes-élastomères de synthèse a connu moins d'applications que celle employant des bitumes-caoutchouc et ne bénéficie donc pas du même recul.

Certains liants modifiés utilisés en enduits superficiels présentent, lorsqu'ils ne comportent pas de solvants, des caractéristiques analogues à celles des bitumes caoutchouc. Ils peuvent donc être utilisés pour la réalisation d'enduits épais.

Ces liants sont, en général, fabriqués en usine et offrent l'avantage d'avoir une plus grande constance de caractéristiques. Ils peuvent être stockés dans des réchauffeuses mobiles traditionnelles à condition que les canalisations et les vannes de celles-ci soient rechauffées.

### II.3. Caractéristiques des liants

Les caractéristiques des bitumes poudrettes de caoutchouc et des bitumes élastomères de synthèse obtenues en laboratoire ne sont pas très différentes.

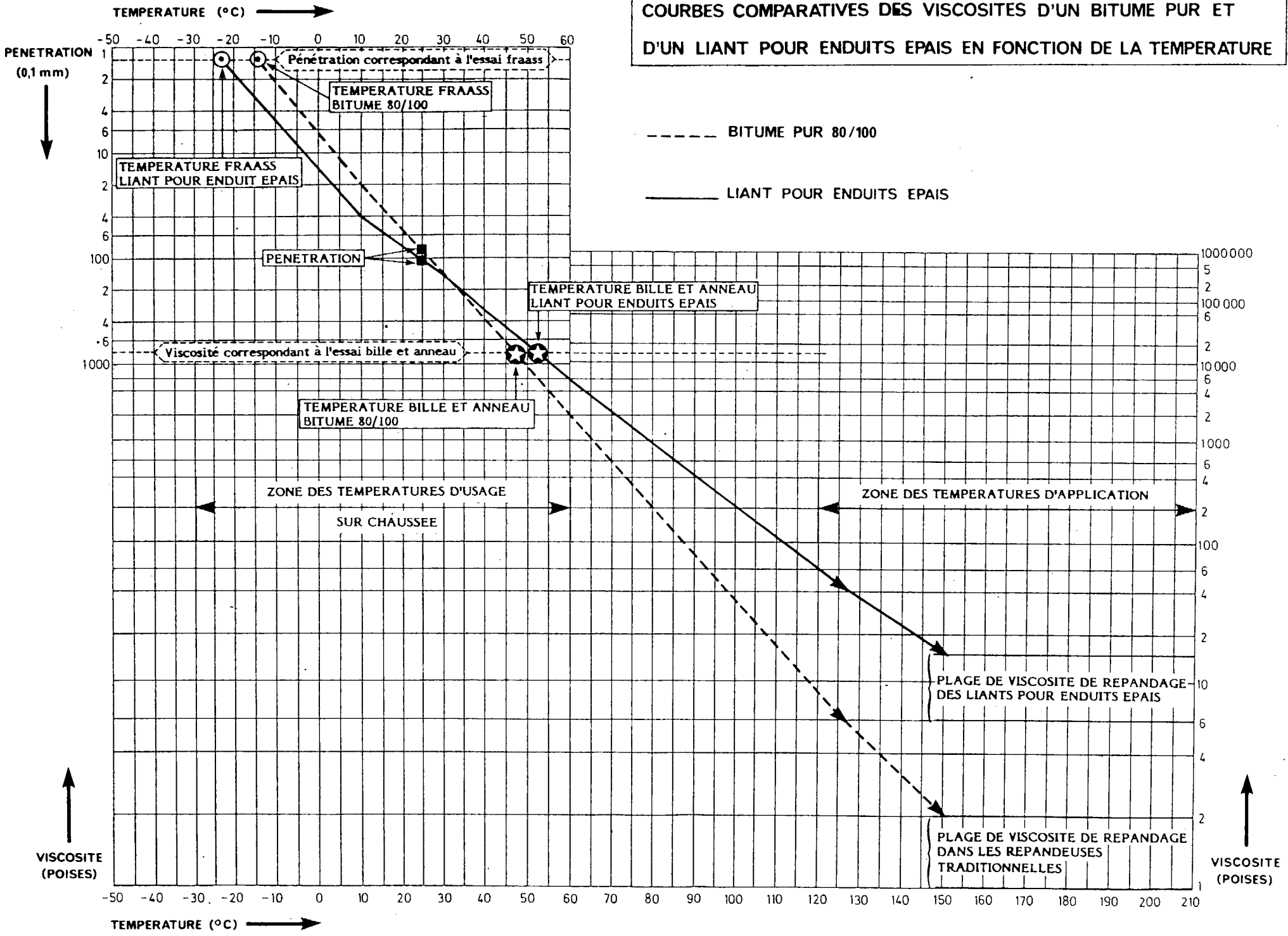
Les courbes relatives aux liants d'enduits épais tracées sur les graphiques correspondent aux courbes moyennes des liants employés actuellement.

Le premier graphique (page 5) représente les viscosités comparées d'un bitume 80/100 et d'un liant pour enduits épais. Il fait notamment apparaître :

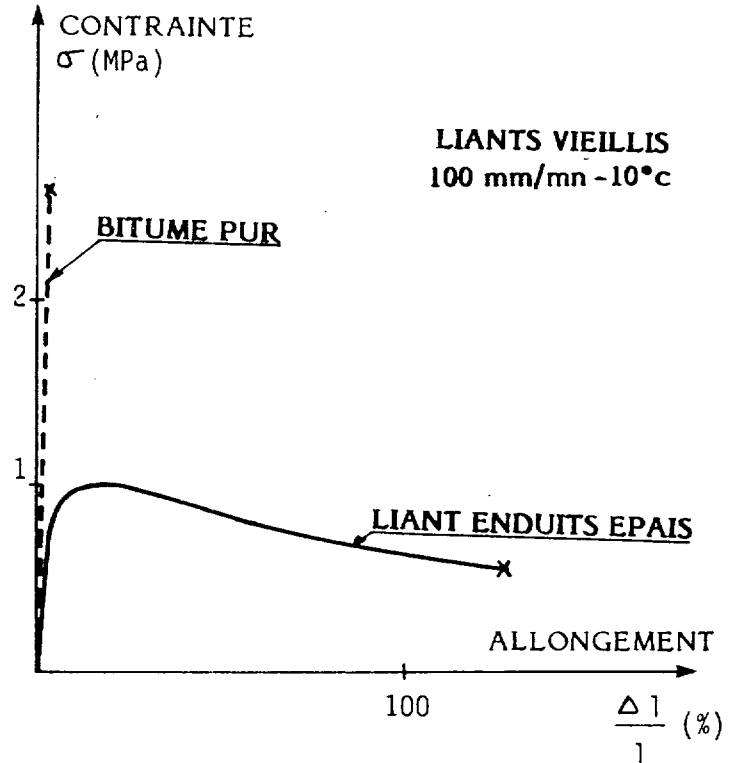
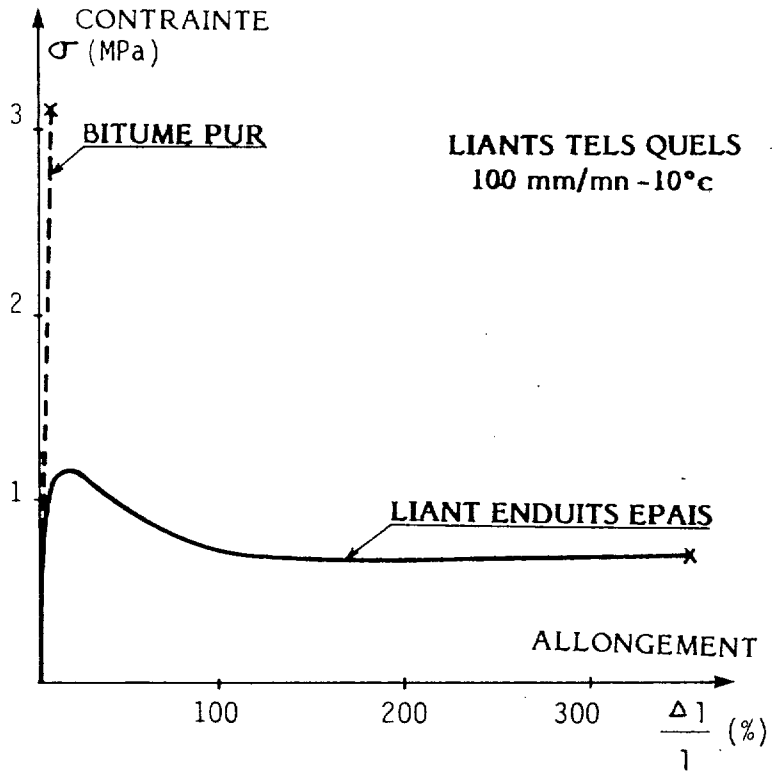
- une température de fragilité de Fraass plus basse des liants pour enduits épais et donc une **moins grande fragilité au froid** qu'un liant classique
- une température de ramollissement bille et anneau des liants pour enduits épais plus élevée que celle des bitumes traditionnels et donc **moins de risques de ressues,**
- des viscosités à haute température (supérieures à 100°C) nettement plus importantes pour les liants d'enduits épais et donc la **nécessité d'employer des matériels de répandage spéciaux.**
- l'essai de pénétration n'apporte pas de distinction.

Les seconds graphiques (page 6) représentent les courbes moyennes "contraintes allongements en traction" comparées d'un bitume 80/100 et d'un liant pour enduits épais. Ces courbes ont été établies sur des liants tels qu'ils sont répandus et sur des liants ayant subi un vieillissement artificiel. Elles font apparaître à basse température des allongements à la rupture beaucoup plus importants pour les liants d'enduits épais que pour le bitume 80/100.

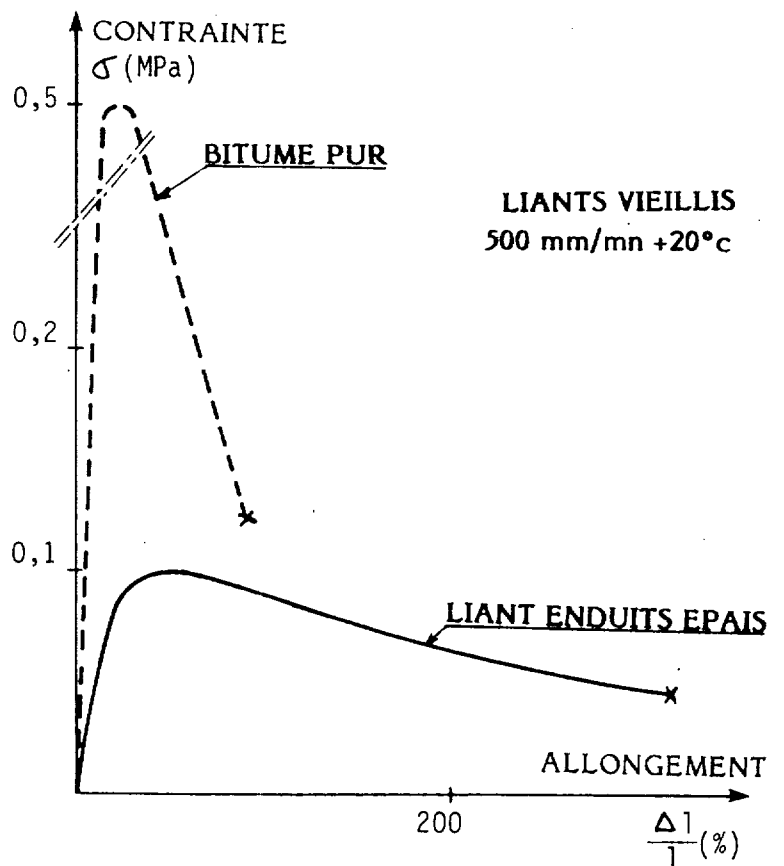
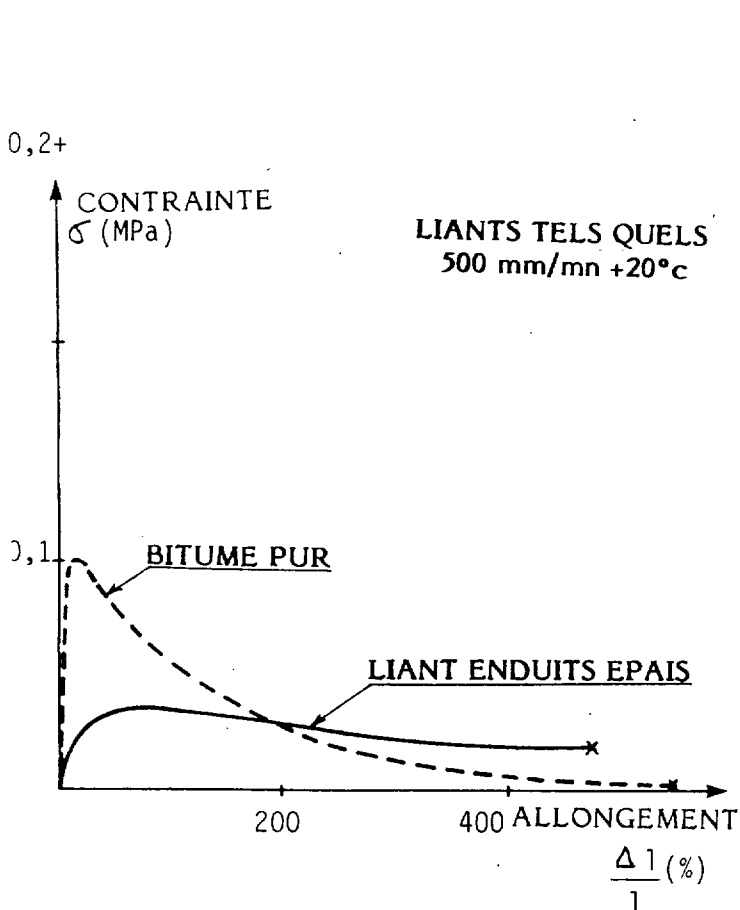
**COURBES COMPARATIVES DES VISCOSITES D'UN BITUME PUR ET D'UN LIANT POUR ENDUITS EPAIS EN FONCTION DE LA TEMPERATURE**



COURBES MOYENNES CONTRAINTE-ALLONGEMENT EN TRACTION A  $-10^{\circ}\text{C}$



COURBES MOYENNES CONTRAINTE-ALLONGEMENT EN TRACTION A  $+20^{\circ}\text{C}$



#### II.4. Mise en oeuvre

Compte tenu de la viscosité importante du produit lors du répandage, il est nécessaire de procéder à un **nettoyage énergétique** du support avant l'application du liant afin d'obtenir une bonne adhésion liant-support. Le nettoyage du support doit être plus efficace que celui que l'on exécute habituellement pour les enduits traditionnels

La viscosité élevée du produit à la température de répandage implique l'utilisation de répanduses spécifiques ; à titre indicatif, les viscosités et température sont voisines de 12 poises à 190°C pour un bitume caoutchouc et de l'ordre de 6 poises à 170°C pour un bitume polymère de synthèse, alors que la viscosité des liants pour enduits traditionnels est de l'ordre de 2 poises à 150°C.

Pour les bitumes caoutchouc les répanduses doivent être équipées d'un système de brassage puissant pour éviter la décantation et pour maintenir la viscosité à un niveau convenable .

Pour obtenir l'adhésivité liant-granulats, il est nécessaire **de laquer les gravillons ou de les chauffer** ; le laquage s'effectue en centrale d'enrobage et consiste à enrober les gravillons de bitume dur 40/50 ou 60/70 à un dosage de 0,6 à 0,8 % rapporté au poids des granulats. Le chauffage donne de meilleurs résultats que le laquage mais présente souvent des sujétions de chantiers plus importantes.

Le balayage de l'enduit, qui peut être effectué juste après le refroidissement du liant, est **impératif** en raison du rejet immédiat et important de gravillons.

#### II.5 Dosages

Les dosages en liant et en gravillons sont les suivants :

	monocouche 6/10	monocouche 10/14
Dosage en liant	2,5 à 3 kg/m <sup>2</sup>	3 à 3,5 kg/m <sup>2</sup>
Dosage en granulats	12 à 15 l/m <sup>2</sup>	16 à 18 l/m <sup>2</sup>

Ces dosages ne sont donnés qu'à titre indicatif et il semble, contrairement aux enduits traditionnels, que de légères variations dans les dosages influent peu sur le résultat final de l'enduit épais.

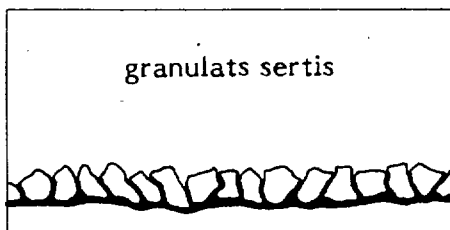
### III. COMPORTEMENT SUR CHAUSSEES

Il n'a pratiquement pas été constaté d'échecs au jeune âge. D'autre part, compte tenu de la forte viscosité des produits employés, il n'y a pas d'entraînement du liant par les pneumatiques des véhicules.

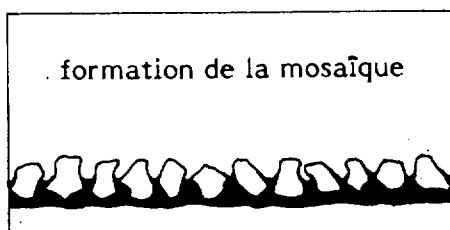
Le cas échéant, on peut rétablir la rugosité par incrustation de gravillons chauds.

Après réalisation de l'enduit épais, puis balayage et ramassage des gravillons excédentaires (qu'il est préférable d'effectuer immédiatement), il n'y a pratiquement pas de rejets dans les mois qui suivent le chantier. Par contre, on constate parfois un rejet important de gravillons lors de la venue de la période froide (ce rejet peut être de l'ordre de un litre par mètre carré).

L'aspect des enduits épais est très différent de celui des enduits traditionnels : il n'y a en effet pas de mise en place de la mosaïque, ce qui conduit à une texture très rugueuse. En fait, l'aspect est intermédiaire entre celui d'un enduit traditionnel et celui d'un enrobé clouté.



• ENDUITS TRADITIONNELS



ENDUITS EPAIS

Les hauteurs au sable constatées sur chantiers sont de l'ordre de 4 à 5 mm alors qu'elles sont de l'ordre de 2 à 3 mm sur enduit traditionnel (la hauteur au sable est un indicateur qui caractérise la macro-rugosité : plus elle est importante, plus la macro-rugosité est forte).

Malgré cette forte rugosité le bruit de roulement des enduits épais est inférieur à celui des enduits superficiels, tout en restant supérieur à celui des bétons bitumineux.

Il y a eu très peu de cas de décollement à l'interface liant-support. Lorsque cela s'est produit, il y a eu autoréparation sous l'effet de la chaleur en période estivale.

Bien qu'il soit trop tôt pour conclure sur l'efficacité anti-remontée des fissures (il faudra un recul d'au moins cinq ans), on a tout de même pu constater un bon comportement des enduits épais sur des chaussées fortement faïencées. Cependant, il convient de remarquer que les enduits épais n'empêchent pas complètement la réapparition des fissures de retrait des chaussées dont les assises sont traitées aux liants hydrauliques.



#### IV. DOMAINE D'EMPLOI

Les enduits épais ont été employés pour des travaux d'entretien et pratiquement pas pour des travaux neufs.

L'enduit épais semble bien adapté aux besoins des **chaussées souples** à structures faibles, fatiguées et fissurées mais peu déformées. En effet, cette technique permet de différer le renforcement lourd dans de meilleures conditions qu'un enduit classique. D'autre part, ce type d'enduit s'accommode bien de chaussées hétérogènes même légèrement ressuanes.

Les enduits épais peuvent également être appliqués sur des chaussées à couche de base traitée aux liants hydrauliques. Cependant leur coût élevé les rend peu compétitifs par rapport aux enduits classiques.

La sécurité d'emploi des enduits épais (grâce à l'application de liants non fluidifiés et aux précautions prises à la mise en oeuvre) les rend aptes à résoudre des problèmes particuliers où il ne peut être mis en oeuvre de couches de roulement épaisses (traverses d'agglomérations par exemple).

Tableau comparatif des enduits superficiels  
des enrobés minces  
des enrobés coulés à froid et des enduits épais.

CRITERES	Enduits superficiels mono couche double gravillonnage 10/14 - 4/6	Enrobés coulés à froid	Enrobé mince d'entretien 0/10 et 0/14	Enduits épais
<b>Adhérence</b>				
Niveau initial	++	+	+	++
Evolution dans le temps	+	0	+	+
<b>Bruit de roulement</b>	--	0	+	-
<b>Risque d'échec à la mise en oeuvre</b>	-	0	++	0
<b>Limite de trafic</b>	750PL/j/sens	1000PL/j/sens	Pas de limite	1000 PL/j/sens
<b>Adaptabilité de la technique</b>				
à des supports déformables	+	-	-	++
à des supports hétérogènes	--	+	++	+
<b>Étanchéité</b>	++	0	+	++
<b>Coût en francs T.T.C./m<sup>2</sup></b> (valeur 1985)	12 à 15	25 à 30	30 à 40	25 à 35

Code : ++ très bon      0 moyen      - faible  
+ bon                      -- mauvais

## V. RECOMMANDATIONS

Compte tenu de la nouveauté de la technique, il est difficile de fixer des règles précises pour les constituants et la mise en oeuvre des enduits épais. Néanmoins on peut d'ores et déjà faire les recommandations suivantes :

### Préparation du support :

Pour obtenir une bonne adhésion du film de liant au support, il est nécessaire de **nettoyer très sérieusement** celui-ci à l'aide de balayeuses et, s'il y a lieu, de recourir à des enduits d'accrochage ou de scellement (chaussées pavées).

### Température du support :

L'application de l'enduit épais sera interdite si la température du support est inférieure à 15 °C et si la chaussée n'est pas parfaitement sèche.

### Préparation des granulats :

Afin d'obtenir l'adhésion liant-granulats il est impératif d'utiliser soit des granulats **laqués** au bitume, soit des granulats **chauds**. Les granulats devront être parfaitement **propres et secs** dans les deux cas. Les caractéristiques mécaniques des granulats doivent être les mêmes que celles exigées pour les enduits superficiels.

### Mise en oeuvre :

L'atelier de mise en oeuvre doit être **très compact** pour éviter que le liant ne "fige" avant le répandage et le cylindrage des granulats (ceci est moins important lorsque l'on emploie des granulats chauds).

En fin de bande, il est nécessaire de procéder à un **balayage très poussé, avec ramassage**, du fait de l'importance des rejets.

### Contrôle :

Les contrôles à effectuer sur ce type d'enduits sont identiques aux contrôles pratiqués sur les enduits superficiels ; il est nécessaire d'effectuer des prélèvements, conservatoires de liant (pour les bitumes caoutchouc il faut prélever un échantillon de bitume, des échantillons de poudrettes et un échantillon du liant répandu).

Il convient également de contrôler soigneusement les **températures** (températures du support, du liant au moment du répandage et des granulats s'ils sont chauffés).

---

**BIBLIOGRAPHIE**


---

Les enduits épais au bitume caoutchouc.  
Réalizations Françaises.

Bernard FAURE - R.G.R.A. n° 602 - (Revue  
Générale des Routes et des Aérodrômes)

Fabrication Utilisation et comportement des  
bitumes caoutchouc Flexochape

Jean-Pierre SERFASS - R.G.R.A. n° 602 -

Nouvelles Techniques utilisant des bitumes  
caoutchouc Flexochape

Jean-Pierre SERFASS - R.G.R.A. n° 596 -

Liant Bitume caoutchouc Flexochape

Etudes de Laboratoire

Bernard ECHANAN - Marc PLAINDOUX

- R.G.R.A. n° 602 -

L'entretien des chaussées fissurées à fort ou  
moyen trafic par enduit épais du bitume  
élastomère Viaflex

P. DELIGNE - A. SAINTON

- R.G.R.A. n° 896 -

**Produits d'entreprise ayant fait l'objet  
d'applications significatives en enduits  
épais :**

- **bitume caoutchouc**

. Bituca

(entreprise Colas)

. Flexochape

(entreprise Beugnet)

- **bitume élastomère**

. Bituflex

(entreprise Colas)

. Viaflex

(entreprise Viafrance)



Cette note a été rédigée par  
Jacques MEUNIER - I.T.P.E. -  
S.E.T.R.A. poste 3638

en collaboration avec

Bernard FAURE

Laboratoire des Ponts et Chaussées de  
Clermont 8 - 10, rue B. Palissy

Zone Industrielle du Brézet  
63100 - CLERMONT FERRAND

Tel. 16 (73) 91.22.70

Jean-Claude VANISCOTTE - I.T.P.E. -

Laboratoire Central des Ponts et  
Chaussées 58, Boulevard Lefebvre

75732 - PARIS Cédex 15

Tel. 16 (1) 532.31.79

SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES  
ROUTES ET AUTOROUTES (S.E.T.R.A.)

46, Avenue Aristide Briand

92220 - BAGNEUX - FRANCE -

**(1) 664 14 77**



## AVERTISSEMENTS

\*

CE DOCUMENT EST DESTINE A FOURNIR UNE INFORMATION RAPIDE SUR DES TECHNIQUES OU MATERIELS EN COURS D'EVALUATION ; LA CONTREPARTIE DE CETTE RAPIDITE EST LE RISQUE D'ERREUR ET LA NON EXHAUSTIVITE. CE DOCUMENT NE PEUT ENGAGER LA RESPONSABILITE NI DE SES AUTEURS NI DE L'ADMINISTRATION

\*\*

LES NOMS DE SOCIETES CITEES DANS CE DOCUMENT L'ONT ETE A TITRE D'EXEMPLE D'APPLICATION JUGE NECESSAIRE A LA BONNE COMPREHENSION DU TEXTE ET A SA MISE EN PRATIQUE.