

# *les joints de chaussées rigides*

*Guide pour la construction et la réfection  
des joints de pistes en dalles de béton*

Octobre 1989





# *les joints de chaussées rigides*

*Guide pour la construction et la réparation  
des joints de pistes en dalles de béton*

Octobre 1989



*dia*

*stba-lcpc*

Direction de  
l'Infrastructure de l'Air  
5 bis, avenue de la porte  
de Sévres  
75996 - Paris Armées  
Tél. (1) 45.52.43.21

Service Technique  
des Bases Aériennes  
11 avenue de la  
Division Leclerc  
94230 Cachan  
Tél: (1) 47 40 28 00

Laboratoire Central des  
Ponts et Chaussées  
58, bd Lefebvre  
75732 Paris  
Codex 15  
Tél: (1) 40 43 50 00

Ce document  
a été réalisé par l'arrondissement  
"Génie Civil et Pistes" du S.T.B.A.,  
Téléphone : 47 40 28 00

Sa rédaction est le résultat de la  
collaboration entre le S.T.B.A. et  
le L.C.P.C., agissant dans le cadre  
d'une convention d'étude, cofinancée  
par le Service des Bases Aériennes et  
la Direction de l'Infrastructure de l'Air.

- Edition : STBA, 4<sup>e</sup> trimestre 1989 - Copyright I.S.B.N 2-11-085577-0
- Photographies : photothèque STBA
- Composition : S.T.B.A
- Impression : Atelier STBA - 11 Av de la Division Leclerc.94230 CACHAN - FRANCE

# S O M M A I R E

## Chapitre 1

### LES DIFFERENTS TYPES DE JOINTS SUR CHAUSSEES EN BETON

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 1. Les joints de construction    | 13 |
| 2. Les joints de dilatation      | 13 |
| 3. Les joints de retrait-flexion | 15 |

## Chapitre 2

### SOLLICITATIONS SUBIES PAR LES JOINTS

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1. Des mouvements horizontaux | 17 |
| 2. Des mouvements verticaux   | 18 |
| 3. Des actions du milieu      | 18 |

## Chapitre 3

### ROLE DU GARNISSAGE DES JOINTS

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 1. Assurer l'étanchéité du joint et de la chaussée | 19 |
| 2. Eviter la pénétration de corps étrangers        | 19 |
| 3. Améliorer l'uni général de la chaussée          | 19 |

## Chapitre 4

### LES PRODUITS DE GARNISSAGE

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 1. Les produits coulés à chaud | 21 |
| 2. Les produits coulés à froid | 22 |
| 3. Les produits préformés      | 22 |

## Chapitre 5

### ESPACEMENT ET DIMENSIONNEMENT DES JOINTS DE RETRAIT-FLEXION

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Espacement des joints de retrait-flexion                                                             | 25 |
| 2. Réalisation des joints de retrait-flexion                                                            | 25 |
| 3. Dimensions de la réserve du produit de garnissage                                                    | 26 |
| 3.1 Amplitude du mouvement des dalles                                                                   | 26 |
| 3.2 Allongement maximal des produits de garnissage                                                      | 26 |
| 3.3 Calcul de l'amplitude maximale des mouvements de joints - détermination de la largeur de la réserve | 27 |
| 3.4 Profondeur de la réserve pour produit                                                               | 29 |
| 3.5 Niveau de remplissage de la réserve                                                                 | 30 |
| 3.6 Nécessité des fonds de joint en fond de réserve                                                     | 31 |
| 3.7 Dessins types et optimaux de joints                                                                 | 33 |

## Chapitre 6

### AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE CHAQUE TYPE DE PRODUIT DE GARNISSAGE

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 1. Produits coulés à chaud | 35 |
| 2. Produits coulés à froid | 36 |
| 3. Produits préformés      | 37 |
| 4. Spécifications          | 37 |

## Chapitre 7

### REALISATION DES JOINTS DE CHAUSSEES NEUVES

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 1. Préparation de la réserve du produit de garnissage         | 41 |
| 1.1 Sciage, nettoyage, et séchage                             | 41 |
| 1.2 Composition de l'atelier de préparation de la réserve     | 42 |
| 2. Réalisation du garnissage                                  | 43 |
| 2.1 Application d'un primaire d'accrochage                    | 43 |
| 2.2 Réalisation du garnissage avec un produit à chaud         | 44 |
| 2.3 Préparation du produit à chaud                            | 45 |
| 2.4 Réalisation d'un garnissage à l'aide d'un produit à froid | 46 |
| 2.5 Garnissage à l'aide d'un profilé                          | 47 |

## Chapitre 8

### REFECTION DE JOINTS

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 1. Conditions préalables                             | 49 |
| 1.1 Nature du produit existant                       | 49 |
| 1.2 Dimensions des joints existants                  | 50 |
| 1.3 Etat général des lèvres                          | 50 |
| 2. Les phases de réalisation                         | 50 |
| 2.1 Dégarnissage du joint                            | 50 |
| 2.2 Exécution de la réserve                          | 51 |
| 2.3 Nettoyage de la réserve                          | 52 |
| 2.4 Soufflage et séchage de la réserve               | 52 |
| 2.5 Réalisation du garnissage                        | 53 |
| 2.6 Nettoyage de la chaussée                         | 53 |
| 3. Durée de vie des joints - Périodicité d'entretien | 53 |
| 4. Choix de la période d'entretien                   | 54 |

## Chapitre 9

### SURVEILLANCE ET CONTROLES DE LA REALISATION DES JOINTS

|                                                   |        |
|---------------------------------------------------|--------|
| 1. Qualité des matériaux                          | 55     |
| 1.1 Vérification préalable                        | 55     |
| 1.2 Réception des produits                        | 57     |
| 1.3 Contrôles des produits lors de la réalisation | 57     |
| 2. Qualité du matériel de garnissage              | 58     |
| 3. Contrôles du garnissage                        | 58     |
| 3.1 Contrôle avant le garnissage                  | 58     |
| 3.2 Contrôle pendant le garnissage                | 59     |
| 3.3 Contrôles visuels                             | 60     |
| 3.4 Contrôle de l'étanchéité                      | 60     |
| 4. Réfaction de prix                              | 61     |
| 4.1 Conformité de produit                         | 61     |
| 4.2 Défauts d'étanchéité                          | 61     |
| 4.3 Calcul de la réfaction de prix                | 62     |
| <br>BIBLIOGRAPHIE                                 | <br>67 |
| <br>ANNEXE                                        | <br>69 |

# AVERTISSEMENT AUX LECTEURS

La France et ses territoires et départements d'outre-mer comptent 815 plates-formes aéronautiques parmi lesquelles 404 sont ouvertes au public.

Parmi ces dernières plates-formes qui se répartissent en toutes classes, 146 d'entre elles, les plus importantes et qui comprennent celles de Roissy et d'Orly, totalisent une superficie de chaussée de 28 km<sup>2</sup>, se répartissent en 18,5 km<sup>2</sup> de chaussées souples et 10 km<sup>2</sup> de chaussées rigides.

Ces deux dernières quantités situent l'importance du patrimoine français dans le secteur aéronautique et justifient l'intérêt porté à sa conservation.

Bien que le béton dans ce secteur ait tendance à être supplanté par les produits noirs, moins coûteux et plus aisés à mettre en oeuvre, il reste le matériau privilégié partout où l'on craint le poinçonnement et les risques de dégradation de la couche de roulement par des fuites de kérosène, d'huiles ou de produits chimiques divers.

Avec la technique du béton armé continu, aujourd'hui bien maîtrisée en France, et qui présente l'avantage de supprimer les joints transversaux de retrait-flexion, le béton redevient compétitif dans la construction de chaussées aéronautiques lorsque dans l'étude économique sont pris en compte les coûts d'entretien à long terme.

Le présent document qui ne traite que des chaussées aéronautiques réalisées en béton de ciment, trouve sa justification dans le fait que de nombreux points différencient celles-ci des chaussées routières.

Ces différences qui portent essentiellement sur la nature et l'importance du trafic, en plus d'un comportement particulier de la chaussée, entraînent des procédures de dimensionnement spécifiques.

- Elles peuvent ainsi se résumer :

## - CHAUSSEES AERONAUTIQUES

- \* une dispersion très grande du trafic principalement supporté par la partie centrale de la piste ;
- \* une faible circulation de charges très diverses, souvent élevées (38 t pour un jumelage et 85 t pour un boggie) ;

- \* une géométrie des ouvrages et des plates-formes qui place le béton des dalles dans un environnement favorisant leur longue exposition au soleil et à l'action des eaux de ruissellement;
- \* un trafic aérien dont les impératifs d'exploitation et de sécurité ne permettent pas son interruption ni même son aménagement sans grandes difficultés, en vue d'interventions d'entretien ;
- \* un uni de la surface lié au comportement des aéronefs lors du roulage à grande vitesse.

#### - CHAUSSEES ROUTIERES

- \* une très grande canalisation des charges,
- \* une très grande circulation de charges relativement peu élevées (13 t sur un essieu comportant 2 roues),
- \* des sollicitations particulières de la part des véhicules, qui nécessitent une bonne adhérence des pneumatiques sur la chaussée afin d'assurer la meilleure tenue de route possible.

Il faut savoir que les chaussées réalisées en dalles de béton de ciment, lorsqu'elles ont été correctement dimensionnées, sont davantage menacées par des défauts de joints que par le trafic qu'elles supportent.

Les défauts de joints sont en effet néfastes sur les deux points essentiels suivants :

- ils sont à l'origine d'infiltrations d'eau qui déstabilisent les fondations insuffisamment traitées et engendrent de ce fait une dégradation lente des conditions d'appuis des dalles ;
- ils permettent les incrustations de matériaux qui entravent le libre mouvement des dalles entre elles, et occasionnent des épaufrures, voire des éclatements localisés .

Les principales dégradations rencontrées sur les chaussées en dalle de béton de ciment et qui peuvent avoir pour origine ces défauts, sont nombreuses et variées.

Leur apparition est généralement le signe d'un mauvais état des joints ou de leur fonctionnement défectueux.

Parmi les plus caractéristiques on peut retenir :

- les fissures en tous sens
- les fractures en coin
- le décalage de dalles
- les épaufrures
- le pompage, la remontée de matériaux...

Ces dégradations, lorsqu'elles sont apparues, grèvent lourdement la pérennité de la chaussée dont l'uni se dégrade rapidement , et nécessite pour garantir la sécurité des aéronefs , des travaux de réparation souvent très lourds financièrement.

La vocation du présent document est d'être un guide à l'usage des maîtres d'œuvre et des services chargés de la construction et de l'entretien, destiné à leur apporter quelques précieux conseils face aux nombreuses sujétions que soulève un chantier de construction ou de réfection de joints entre dalles de béton de ciment.

Le présent guide décrit les produits et méthodes utilisés pour le garnissage des joints, et indique les précautions et contrôles que le choix et la mise en oeuvre des différents produits existants nécessitent.

Il souligne également les limites des techniques actuellement utilisées, et par là définit les voies de recherche susceptibles de les améliorer.

Bien qu'il n'existe pas de différence fondamentale entre un joint de chaussée routière et celui d'une chaussée aéronautique, la construction ou la réfection d'un joint sur cette dernière, soulève des sujétions particulières qu'il y a lieu d'avoir présentes à l'esprit.

Le choix judicieux du produit de garnissage en particulier, doit en principe permettre de pallier à toutes ces sujétions et notamment :

- au souffle et à la chaleur produits par les réacteurs ;
- aux fuites de kérosène , d'huile hydraulique ou de tout autre produits chimiques ;
- au temps de ruissellement important et stagnation possible des eaux de pluie, dus à la faible pente de ces chaussées ;
- aux cycles de traction-compression du produit de garnissage et des dalles, liés aux variations thermiques journalières, inévitables et intenses compte tenu de leur exposition particulière.

Avant que le lecteur n'entre dans le contenu de ce document, il paraît encore indispensable d'attirer son attention sur le fait que l'expérience a démontré à de multiples occasions qu'il existait davantage de mauvais applicateurs que de mauvais produit.

Cette dernière remarque lui est faite afin de lui rappeler que la réalisation, et surtout la réfection de joints entre dalles est affaire de spécialistes, et que l'une comme l'autre exigent beaucoup de soins. Des produits réputés de bonne qualité et disposant de sérieuses références ne donnent pas toujours de bons résultats, si toutes les prescriptions relatives à leur mise en oeuvre n'ont pas toutes été scrupuleusement respectées.

## chapitre 1

# LES DIFFERENTS TYPES DE JOINTS SUR CHAUSSEES EN BETON

La réalisation de chaussées en béton de ciment nécessite la confection de joints, afin de permettre une localisation nette des fissures qui sont inhérentes à la nature de ce matériau.

La prévision de leur emplacement et leur dimensionnement relevant davantage de règles empiriques que de calculs, leur exécution demeure une opération délicate à laquelle il est toujours nécessaire d'apporter un grand soin et une grande attention.

Trois types de joints sont généralement rencontrés sur les chaussées réalisées en béton de ciment. Un croquis de chacun d'eux avec leur localisation dans la chaussée et les dispositifs de liaison qu'ils comportent est donné au tableau ci-après.

### 1. LES JOINTS DE CONSTRUCTION

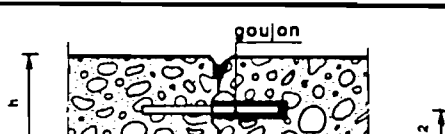
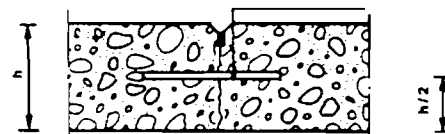
**Transversaux** : ce sont les joints d'arrêt de répandage en fin de journée ou en cas de panne prolongée du matériel. La dalle est coffrée ou retaillée de manière à obtenir un bord franc. Des fers de liaison sont introduits dans le béton frais pour assurer la jonction entre parties de dalle. Dans la mesure du possible on s'efforce de faire correspondre l'emplacement de l'arrêt du répandage avec celui d'un joint de retrait-flexion.

**Longitudinaux** : ce sont les joints séparant deux bandes de répandage adjacentes. Un assemblage par rainure et languette ou en forme de profil ondulé est réalisé pour la transmission des charges entre dalles. Des fers de liaison ou des goujons destinés à la liaison entre deux bandes peuvent être mis en place dans la zone circulée par les trains d'atterrissage.

### 2. LES JOINTS DE DILATATION

Ce sont des joints particuliers, prévus pour éviter des efforts horizontaux entre ouvrages importants (intersection de pistes entre elles ou raccordement de bretelles sur la piste). Ces joints ont environ 30 mm d'épaisseur, ils sont parfois goujonnés et constitués par un corps de joint compressible. La partie supérieure est remplie d'un produit pour joints. Les sections courantes ne comportent généralement pas de joints de dilatation, sauf en cas de conditions climatiques extrêmes.

# JOINTS DE CHAUSSEES RIGIDES : DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

| TYPE DE JOINT       | SCHEMA                                                                                                                                           | L: LOCALISATION<br>C: CONDITIONS D'EMPLOI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CONSTRUCTION        |  <p>RAINURE ET LANGUETTE SIMPLE</p>                             | <p>L: LONGITUDINALEMENT<br/>à la limite des bandes de répandage</p> <p>L: TRANSVERSALEMENT<br/>lorsque le bétonnage est interrompu en cours de bande</p> <p>C: Rainures et languettes uniquement pour les épaisseurs de dalles supérieures à 20 cm.</p> <p>C: PROFIL ONDULE pour toutes les épaisseurs. A adapter aux profils des tôles du commerce.</p> |
|                     |  <p>RAINURE ET LANGUETTE AVEC GOUJON<br/>OU FERS DE LIAISON</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                     |  <p>GOUJON OU FERS DE LIAISON</p>                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                     |  <p>GOUJON OU FERS DE LIAISON</p>                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| RETRAIT-<br>FLEXION |  <p>GOUJON OU FERS DE LIAISON</p>                             | <p>L: TRANSVERSALEMENT<br/>réalisation systématique à intervalles réguliers</p>                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| DILATATION          |  <p>GOUJON</p>                                                | <p>L: A l'intersection d'ouvrages :<br/>- entre pistes et voies,<br/>- aux abords des ouvrages d'art,<br/>- le long des caniveaux.</p> <p>C: Pour éviter de désolidariser deux ouvrages et éviter des poussées dangereuses.</p>                                                                                                                          |
|                     |  <p>GOUJON</p>                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

### 3. LES JOINTS DE RETRAIT-FLEXION

Ce sont des joints destinés à favoriser la fissuration de retrait du béton, en la localisant à un endroit choisi. Ces joints sont perpendiculaires à la bande de répandage ou légèrement obliques.

Leur espacement  $D$ , qui est fonction de l'épaisseur du béton est généralement compris entre 5 et 7,5 m. On le détermine par application de la règle d'Eisenman qui prévoit que le rapport  $D/e$ , entre la plus grande dimension de la dalle et son épaisseur, ne doit pas dépasser 25.

Ils sont réalisés par sciage du béton à un moment précis, (généralement entre 6 et 30 h après le coulage) et tel que le béton n'ait pas encore effectué son retrait, mais qu'il ait déjà atteint une résistance suffisante pour permettre un sciage propre et sans départ de matériaux.

De tels joints sont parfois prévus longitudinalement, lorsque la largeur de bétonnage est trop importante comparée à l'épaisseur (règle d'Eisenman).

#### REMARQUES :

Les chaussées en béton armé continu dont la technique est maintenant bien maîtrisée en France, ne comportent pas de joint de retrait. Elles ont actuellement tendance à se développer compte tenu des faibles coûts d'entretien qu'elles nécessitent et du bon uni qu'elles présentent.

Sur ce type de chaussée qui ne comporte que des joints longitudinaux entre bandes de répandage, les efforts longitudinaux de traction développés par le retrait du béton sont contrecarrés par l'adhérence du béton sur l'acier. L'élasticité des aciers permet cependant une fissuration très fine et très rapprochée, qui confère aux bandes de béton réalisées, un caractère monolithique ne nécessitant pas la réalisation de joints transversaux.

Rappelons à toutes fins utiles le but et la nature des aciers rencontrés dans les chaussées en béton de ciment :

- Les goujons sont des barreaux en acier doux destinés à assurer le transfert de charge d'une dalle à l'autre sans gêner le retrait du béton. Ils sont placés au droit des joints et à mi-hauteur de l'épaisseur du béton. Leur diamètre compris entre 20 mm et 30 mm, et leur espacement sont directement liés à l'épaisseur de la dalle.

- Les fers de liaison sont des barres d'acier haute adhérence disposés à mi épaisseur du béton et destinés à liasonner les bandes de béton entre elles. Ils contribuent au niveau des joints longitudinaux à maintenir l'écartement du joint entre bandes, et par là à favoriser le bon fonctionnement du joint à rainure et languette. Leur diamètre compris entre 10 mm et 16 mm, et leur espacement sont liés au poids des bandes adjacentes et à leur pente.

## chapitre 2

# SOLLICITATIONS SUBIES PAR LES JOINTS

Les différents types de joint que comporte une chaussée réalisée en béton de ciment, subissent tous des sollicitations identiques, dont l'intensité varie en fonction de multiples paramètres tels que, la qualité de la fondation, l'importance du trafic, le climat, l'âge de la chaussée...

Ces sollicitations qui nuisent à l'efficacité du joint peuvent être regroupées en trois catégories :

- \* mécaniques, induites par le trafic, l'effet de la dilatation thermique des dalles, la qualité de la structure sous-jacente,
- \* thermiques, dues à la température ambiante et au souffle des réacteurs qui ramollissent voire brûlent le produit de garnissage ,
- \* chimiques, imputables à l'utilisation de produits de déglacage, à des fuites incontrôlées de kérosène, d'huile à vérin ou d'autres produits chimiques, qui agressent chacun le produit de garnissage et le rendent inopérant.

Ces diverses sollicitations ont pour origine :

### **1. DES MOUVEMENTS HORIZONTAUX (sollicitations mécaniques)**

Ils ont pour origine les variations de dimensions des dalles de béton, résultant de variations de températures journalières et saisonnières.

Ils se traduisent par l'ouverture et la fermeture des joints transversaux et par des glissements entre bandes longitudinales de béton.

Les mouvements sont lents (de l'ordre de 0,1 mm/heure) avec des amplitudes journalières allant de quelques dixièmes à deux millimètres.

## **2. DES MOUVEMENTS VERTICAUX (solllicitations mécaniques)**

Ils résultent du passage de charges lourdes sur les joints entre dalles ou à leur proximité.

Ils se traduisent par des efforts de cisaillement alternés sur le produit de garnissage, qui sont d'autant plus brefs que la vitesse de l'avion est grande.

L'amplitude de ces mouvements est directement liée à l'importance de la charge, aux liaisons entre les dalles et à l'état de la structure sous-jacente. Normalement faible, elle peut parfois atteindre plusieurs millimètres lorsque les effets des conditions ci-dessus se cumulent, et notamment lorsqu'il n'existe pas de dispositif de transfert de charge entre dalles.

Parmi les origines de ces mouvements, il faut également noter les gradients thermiques existants dans l'épaisseur de la dalle, qui engendrent une courbure alternée de sa surface supérieure et qui font que celle-ci peut gravement se détériorer si l'ouverture du joint n'est pas assez large.

## **3. DES ACTIONS DU MILIEU (solllicitations thermiques et chimiques)**

Elles sont nombreuses et se manifestent principalement par une agression plus ou moins rapide du produit de garnissage.

On peut citer, le rayonnement solaire, l'eau et le gel, les produits de déglçage, le souffle des réacteurs, les granulats libres, les carburants et huiles diverses...

A l'exception des fuites de carburants et d'huiles ou des arrachements accidentels qui agressent fortement le produit de garnissage, les autres actions sont à considérer comme un vieillissement naturel du produit contre lequel il n'est pas possible de lutter.

oOo

## chapitre 3

# ROLE DU GARNISSAGE DES JOINTS

L'intégrité de surface des chaussées, ainsi que le maintien de leurs capacités portantes sont directement liés à l'état hydrique de leurs couches sous-jacentes.

Pour garantir ces qualités, les joints de tous types ne doivent pas constituer des exutoires privilégiés aux eaux de ruissellement, ni un réceptacle à matériaux divers. Pour ces raisons, ils doivent être comblés par un produit de garnissage de qualité, dans le but :

1. **D'ASSURER** l'étanchéité du joint et de la chaussée vis à vis de l'eau notamment et de tout autre produit répandu volontairement ou accidentellement.

Ce premier rôle, particulièrement important pour les chaussées aéronautiques, l'est principalement pour les pistes dont les caractéristiques géométriques favorisent la concentration de grandes quantités d'eau et leur mauvaise évacuation. Larges de 45 à 60 m, longues parfois de plus de 4000 m, dotées de faibles pentes (1,5 ‰ maximum en profil en travers), l'importante surface de réception des eaux qu'elles présentent, nécessite que l'étanchéité des joints soit abordée puis traitée avec la plus grande attention.

En effet la détrempe des couches sous-jacentes, puis leur érosion, sont à l'origine de la plus grande partie des dégradations relevées sur les chaussées réalisées en dalles de béton de ciment.

- .2. **D'EVITER** la pénétration de corps étrangers entre les lèvres des joints, en particulier des corps durs et incompressibles tels , des pierres , des gravillons ou des pièces métalliques... qui peuvent entraver le mouvement des dalles, et être à l'origine de dégradations telles que des épaufrures, certaines fissures et le flambement des dalles.
3. **D'AMELIORER** l'uni général de la chaussée , par un pontage entre les lèvres du joint, qui atténue les chocs et vibrations au roulage des avions, nuisibles aux appareils ainsi qu'au confort des passagers.

Ces trois rôles du produit de garnissage , doivent en permanence être remplis , si l'on veut garantir un vieillissement normal des ouvrages et assurer la circulation des avions dans de bonnes conditions de sécurité et de confort.

Pour remplir ces conditions, les produits de garnissage devront :

- adhérer correctement au béton , quelles que soient la température et l'humidité, et conserver cette qualité durant plusieurs années,
- résister aux efforts alternés de cisaillement et de traction, sans se décoller des lèvres du joint ni se rompre dans la masse,
- sur les aires de stationnement et les extrémités de piste, résister au souffle des réacteurs et à l'action des solvants, tels que les carburants aviation et les huiles de vérins,
- être résistants aux actions climatiques, et aux produits de déglacage.

oOo

## chapitre 4

# LES PRODUITS DE GARNISSAGE

On distingue trois familles de produits de garnissage de joints :

- Les produits coulés à chaud,
- Les produits coulés à froid qui se subdivisent en produits monocomposants et bicomposants,
- Les produits préformés ou profilés.

Ces trois familles de produits ont des qualités semblables mais de part leur nature, un comportement différent ; en particulier , leur aptitude à l'allongement-contraction est variable sous l'effet de variations de température.

Certains auteurs s'entendent pour accorder à chacune de ces familles, une valeur limitée d'allongement-contraction que chacune d'elle est en mesure de supporter en fonction de la largeur minimale (L) de l'ouverture du joint.

Ils ont retenu :

- 0,2 L pour les produits coulés à chaud
- 0,3 L pour les produits coulés à froid
- 0,5 L pour les produits préformés

Ces valeurs ne sont qu'approximatives et peuvent varier dans une même famille avec la composition du produit. Leur valeur indicative demeure néanmoins utile pour la recherche d'un produit lorsque les dalles sont déjà construites, ou pour dimensionner l'ouverture d'un joint après avoir choisi les caractéristiques géométriques des dalles.

### 1. LES PRODUITS COULES A CHAUD

Ils sont monocomposants et constitués essentiellement par :

- des bitumes modifiés par des polymères à base d'élastomères de synthèse, des charges minérales et des adjuvants.

Ces divers produits ne sont pas anti-kérosène et ne conviennent pas pour les zones exposées à ce solvant. Ils doivent répondre à la norme US SS S 1401B.

- des goudrons industriels (mélange de brai et de coupes d'huiles de houilles particulières) modifiés par des systèmes macromoléculaires de type PVC additionnés de charges minérales et d'adjuvants divers.

Ils sont conçus pour être anti-kérosène et doivent répondre à la norme US SS S 1614.

Ces produits sont mis en oeuvre à une température comprise entre 120°C et 200°C maximum.

## 2. LES PRODUITS COULES A FROID

Ils sont le plus souvent à base d'élastomère de synthèse, tels des polyuréthannes, des polysulfures ou des silicones.

- Polyuréthannes : Non anti-kérosène
  - Polysulfures
  - Silicones.
- } anti-kérosènes

Pour être anti-kérosènes, les polyuréthannes sont associés aux goudrons industriels avec charge minérale, et doivent répondre à la norme US SS S 200 D, spécifique des produits coulés à froid anti-kérosènes.

Ils sont coulés à température ambiante et produisent, après une réaction irréversible en place, un garnissage du joint. Ils peuvent se présenter sous deux formes :

- Monocomposant prêt à l'emploi ;
- Bicomposant comportant deux produits à mélanger soigneusement juste avant leur mise en oeuvre.

## 3. LES PRODUITS PREFORMES

Ce sont des profilés préformés à structure alvéolaire, réalisés à l'aide de produits de synthèse élastomères, du type Néoprène, silicone ou équivalent. Ils répondent à la norme ASTM D 2628-69.

Ces profilés sont de préférence mis en place mécaniquement de manière à préserver au mieux l'intégrité des surfaces en contact avec le béton.

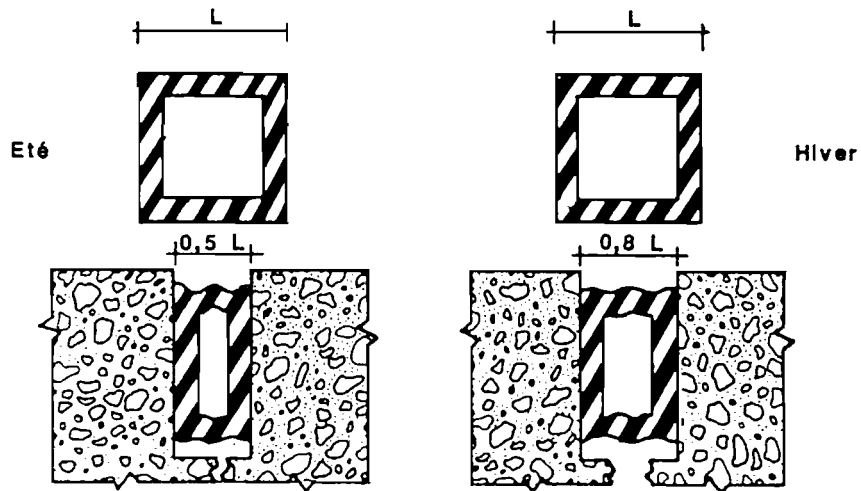
Des colles lubrifiantes du type Néoprène, à base de résine époxyde ou autre sont parfois utilisées comme primaire d'accrochage. Elles permettent une mise en place plus aisée et améliorent l'étanchéité du joint en assurant le collage du béton au profilé.

La largeur est choisie de manière à ce que le profilé soit en permanence comprimé dans son logement. Il est généralement préconisé une compression à 80 % de sa largeur initiale durant la période froide (joint ouvert) et au plus à 50 % durant la période chaude (joint fermé).

Le schéma ci-après illustre cette règle :

## JOINTS PREFORMES

### Comportement optimal d'un joint



Les produits préformés nécessitent que la réserve dans laquelle ils doivent prendre place, dispose de lèvres régulières, lisses, propres et bien parallèles, ce qui les destine uniquement aux joints sciés.

Généralement prévus sur chaussées neuves, on les utilise de préférence pour les joints longitudinaux continus de grande longueur qui se prêtent davantage à leur mise en oeuvre entièrement mécanique.

Ces produits ne sont généralement pas anti-kérosènes et sont sensibles aux fortes températures. Leur utilisation est donc déconseillée sur les aires de stationnement ou en seuil de piste.

Cette famille comporte également des produits destinés à être mis directement et mécaniquement en place dans le béton frais. Les expériences réalisées en France avec ce procédé montrent toutefois, qu'il est difficile d'obtenir une rectitude satisfaisante du joint, qui a tendance à sinuer derrière la machine, ainsi qu'à se positionner à des hauteurs variables, ce qui altère l'uni de la chaussée.

oOo

## chapitre 5

# ESPACEMENT ET DIMENSIONNEMENT DES JOINTS DE RETRAIT-FLEXION

### 1. ESPACEMENT DES JOINTS DE RETRAIT-FLEXION

Le fascicule 28 du CCTG et le fascicule 4 de l'Instruction Technique sur les Aérodomes Civils fixent l'espacement des joints transversaux de retrait-flexion perpendiculaires à l'axe de la chaussée à :

- 5 mètres pour une épaisseur de dalle  $\leq 25$  cm
- 7,5 mètres pour une épaisseur de dalle  $\geq 30$  cm.

Plus généralement sur chaussée aéronautique, on se réfère à la règle d'Eisenman précédemment citée, avec laquelle sont résolus tous les cas de figure pouvant se présenter.

### 2. REALISATION DES JOINTS DE RETRAIT-FLEXION

La réalisation d'un joint de retrait-flexion s'exécute en deux phases, auxquelles s'ajoutent le garnissage.

a) Amorçage de la fissuration par un trait de scie d'une largeur minimale de 4 mm sur une profondeur comprise entre  $1/6$  et  $1/5$  de l'épaisseur de la dalle. Cette profondeur est parfois portée à  $1/4$ , lorsque les risques estimés de fissuration sont grands, notamment lorsque le béton est richement dosé et que la température lors de sa mise en oeuvre, est élevée.

Cette amorce doit être réalisée lorsque le durcissement du béton est suffisant pour éviter tout arrachement, et avant que le retrait n'ait commencé. Le délai à partir duquel le sciage doit être effectué peut varier sensiblement (6 à 30 heures) en fonction des conditions climatiques (vent, ensoleillement, hygrométrie).

b) Exécution de la réserve devant recevoir le produit de garnissage, dont les dimensions sont fonction de l'amplitude présumée des mouvements des lèvres du joint et de l'aptitude du produit à se déformer.

### 3. DIMENSIONS DE LA RESERVE DU PRODUIT DE GARNISSAGE

#### 3.1. Amplitude du mouvement des dalles

La prévision d'amplitude du mouvement des lèvres du joint peut être faite par le calcul. Elle fait alors intervenir de nombreux paramètres tels que:

- la nature du béton (dosage ciment, eau, nature des agrégats);
- les conditions climatiques du chantier ;
- la longueur des dalles ;
- la nature du support de la dalle qui intervient par le coefficient de frottement relatif, dalle-support.

Certains de ces paramètres sont connus ou prévisibles, les autres sont plus difficilement accessibles.

#### 3.2. Allongement maximal des produits de garnissage

L'allongement maximal que peut supporter le produit pour joint est lui aussi fonction de nombreux paramètres, et de ce fait n'est pas toujours facile à prévoir avec précision. Il peut varier avec :

- le type de produit (à chaud ou à froid),
- la composition chimique du produit,
- la forme de l'éprouvette d'essai, donc du joint,
- le nombre de sollicitations.

Enfin la tenue d'un joint est également sensible à son bon collage sur le béton ainsi qu'aux conditions climatiques du site, qui d'une façon générale, altèrent toutes les propriétés du produit.

A titre d'information, il est donné dans le tableau ci-dessous, pour chaque famille de produits de garnissage, leur valeur relative maximale d'allongement admissible.

| Déformation relative maximale admissible en service : ( $\delta L/L$ ) |                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Allongement = 20 %                                                     | Pour les produits à base de bitume, coulés à température élevée.                            |
| Allongement = 30 %                                                     | Pour les produits à base de polysulfure ou de polyuréthane, coulés à température ordinaire. |
| Compression = 50 %                                                     | Pour les profilés en Néoprène ou matériaux similaires.                                      |

Ces valeurs ne sont qu'approximatives et ne tiennent pas compte de la spécificité du produit. Elles ont pour intérêt de permettre une approche assez bonne des performances que l'on peut attendre du produit, et sont utiles pour dégrossir un dimensionnement de joint.

### 3.3. Calcul de l'amplitude maximale des mouvements de joints , détermination de la largeur de la réserve.

A titre d'information le tableau ci-après donne en fonction du type de produit et du type de joint, les largeurs de la réserve recommandées par le Centre de Recherche Routière de Belgique ( C.R.R.B. ) .

| Type de joint                         | Produit à chaud              | Produit à froid             |
|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Transversal de retrait : dalle de 6 m | Amorce de fissuration +10 mm | Amorce de fissuration +5 mm |
| Transversal de dilatation             | 25 à 30 mm                   | 25 à 30 mm                  |
| Longitudinal                          | 6 mm minimum                 | 6 mm minimum                |

Notons que ces déplacements peuvent être évalués par le calcul et que selon les auteurs, les formules permettant d'appréhender l'amplitude maximale des mouvements des lèvres du joint, comportent plus ou moins de paramètres.

L. HUBRECHT, du C.R.R.B. propose une formule simple qui prend en compte :

- la longueur donnée aux dalles : D
- le coefficient de dilatation théorique moyen du béton :  $\alpha$
- l'écart probable des températures extrêmes du béton enregistrées lors de son durcissement et lors de la période la plus froide de l'hiver :  $\delta t$

Dans ces conditions la variation d'amplitude maximale est obtenue par la relation ci-dessous :

$$\delta D = \alpha \times D \times \delta t$$

A partir de cette formule jugée par certain un peu trop simpliste, on retient pour largeur minimale (L) à donner à la réserve d'un joint de retrait-flexion, la valeur issue de la relation  $\delta D \leq L \times (\delta L/L)$ , dans laquelle  $(\delta L/L)$  est la déformation relative maximale admissible du produit de garnissage utilisé.

Appliquée à l'exemple concret ci-dessous, elle donne pour largeur minimale de la réserve, une valeur parfaitement cohérente qui, sans autres informations sur le béton et le produit, peut parfaitement être retenue :

- coefficient de dilatation du béton :  $\alpha = 10^{-5} \text{ m/m/}^\circ\text{C}$
- longueur de la dalle :  $D = 5 \text{ m}$
- température de durcissement du béton :  $t_1 = 30^\circ\text{C}$
- extrême des températures basses :  $t_2 = -20^\circ\text{C}$
- capacité d'élongation du produit de garnissage à chaud :  $\delta L/L = 20 \%$
- variation de température :  $\delta t = (20 + 30) = 50^\circ\text{C}$

$$\delta D = 5 \cdot 10^{-5} \times 50 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{d'où } L \geq \frac{2,5}{0,2} \cdot 10^{-3} = 12 \cdot 10^{-3} = 12 \text{ mm}$$

Cette méthode n'est toutefois appliquée en France qu'avec circonspection, car on lui reproche son manque de rigueur.

Elle ne prend en compte qu'une partie des paramètres susceptibles d'influer sur les mouvements de dalles, et néglige en particulier, le frottement des dalles sur leur support ainsi que le fonctionnement hétérogène des joints.

La capacité d'allongement du produit de garnissage est de son côté difficile à définir, car elle varie avec la température et se dégrade avec le temps.

La méthode permet néanmoins une bonne approche du dimensionnement à retenir et peut, sans qu'il lui soit apporté de modification, servir de base pour arrêter avec les fabricants et les laboratoires compétents, la largeur de réserve optimale.

Cette méthode peut être appliquée :

- aux joints transversaux de retrait-flexion, en ajoutant à la largeur calculée, la largeur moyenne de l'amorce de fissure de retrait existant,
- aux joints de dilatation, en ajoutant à la largeur retenue, 1,25 fois la largeur de la planchette ou fourrure du joint.

Pour les joints longitudinaux de retrait-flexion que l'on considère moins sollicités, la largeur préconisée est de l'ordre de 6 à 8 mm, largeur qui permet encore une mise en place correcte du produit de garnissage.

### 3.4. Profondeur de la réserve pour produit

Le cordon de produit de garnissage doit être bien adhérent aux lèvres des dalles, et sa hauteur suffisante pour supporter sans décollement les efforts de traction.

On considère généralement qu'une hauteur de produit ( $h$ ), de l'ordre de 10 à 15 mm pour un produit coulé à froid, et de 15 à 20 mm pour un produit coulé à chaud, est suffisante.

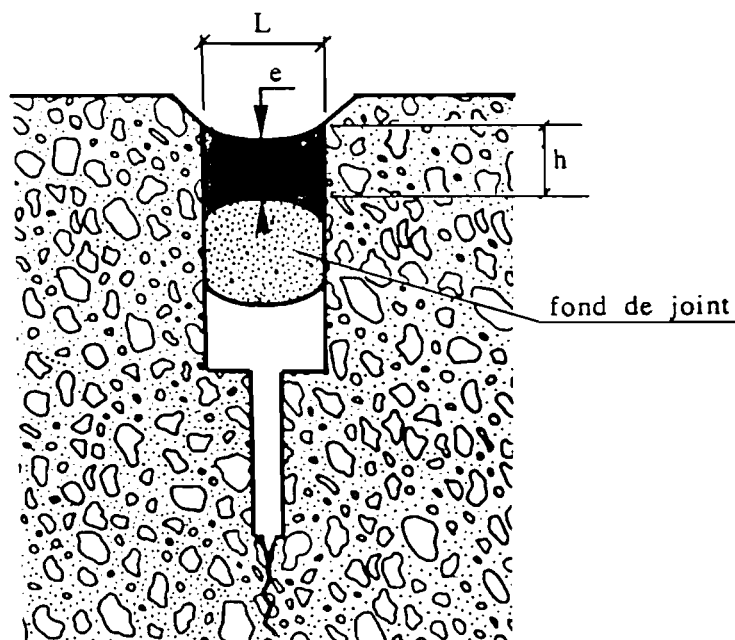
Que ce soit avec des produits coulés à froid ou des produits coulés à chaud, la bonne tenue du joint est également conditionnée par la forme de sa section, notamment par le rapport  $e/L$  qui en tout état de cause doit rester inférieur à 1.

Ce rapport dépend évidemment des caractéristiques mécaniques du produit (élasticité, adhérence au béton) mais dans la pratique on s'efforce de lui donner une valeur voisine de  $1/2$  (voir schéma).

En effet, un rapport  $e/L > 1/2$  peut entraîner un décollement du produit des lèvres des dalles, et un rapport  $e/L < 1/2$  peut entraîner une fissuration du produit au milieu de la section du cordon.

Néanmoins, dans la pratique cette règle ne peut pas être appliquée dans tous les cas, car elle entraîne une épaisseur trop faible pour les petites largeurs de réserves.

La forme en ménisque à donner au cordon est obtenue en partie basse, par la mise en place d'un fond de joint bien calibré et placé à la profondeur requise dans la réserve, et en partie haute par le refroidissement ou la polymérisation du produit.



Position et section souhaitée  
du produit de joint

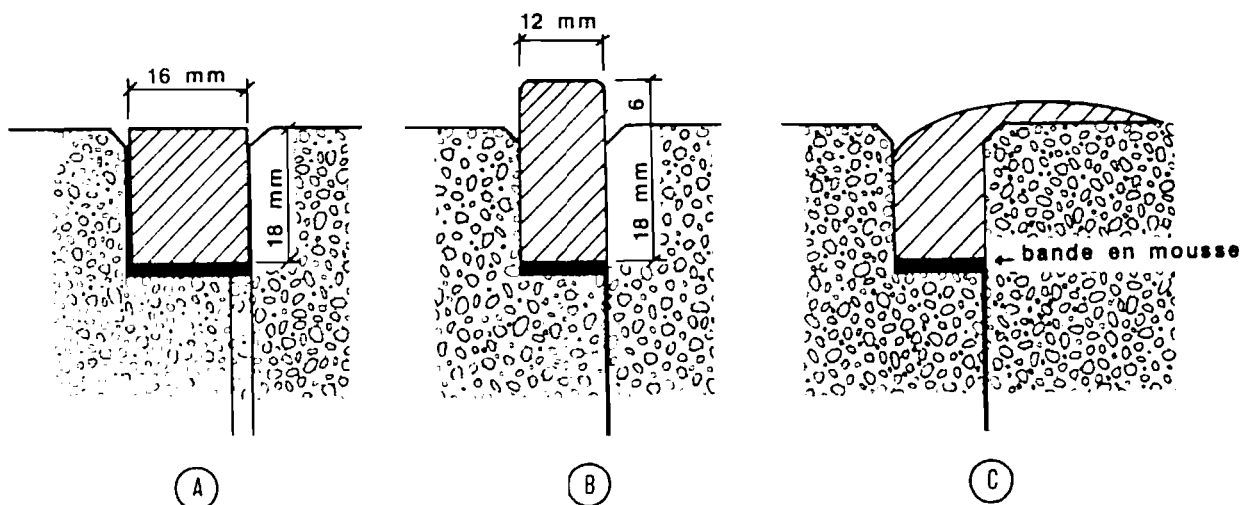
### 3.5. Niveau de remplissage de la réserve

Afin d'éviter le rejet de produit lors de la dilatation des dalles, il est recommandé de conserver une garde de l'ordre de 5 à 6 mm entre la surface du produit et celle des dalles.

Cette garde peut efficacement être complétée par un chanfrein sur la lèvre de chacune des dalles, qui augmente l'espace de dilatation disponible en évitant la perte de produit et la formation d'un bourrelet qui se ressent au roulage des avions.

L'exemple ci-après illustre la conséquence d'un remplissage complet de la réserve :

Pour une variation de température de 18°C, des dalles de 7 m de longueur se dilatent de 4 mm et provoquent l'expulsion de 72 cm<sup>3</sup>/m de produit, soit le quart de la quantité mise en place.



A : Section de la réserve au moment du remplissage .

B : La dilatation des dalles comprime et expulse le produit pour joint.

C : Le bourrelet est étalé et laminé par le trafic .

### 3.6. Nécessité des fonds de joint en fond de réserve

Outre la forme qu'il permet de donner au cordon de joint en partie basse, le fond de joint évite le collage du produit sur le fond de la réserve et permet à celui-ci de fonctionner dans les conditions recherchées.

Les croquis ci-après illustrent le comportement du cordon avec et sans fond de joint

Ces fonds de joints sont généralement réalisés par :

- un simple ruban anti-adhésif, en général du polyéthylène sur papier,
- une bande de plastique expansé (mousse quelque fois recouverte de papier pour éviter son imprégnation par le produit),
- un cordon de mousse expansée à bulles fermées et à surface lisse.

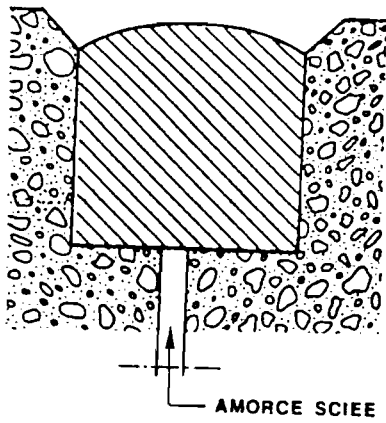
Ces produits conviennent parfaitement pour les joints réalisés avec un produit coulé à froid. Il en est généralement autrement avec les produits coulés à chaud qui le déforment, voire le détruisent.

Il y a donc lieu, lorsque le produit pour joint retenu appartient à la famille des produits coulés à chaud, de s'informer auprès du fabricant de la nature du produit de fond de joint qu'il recommande, et de vérifier sa parfaite tenue à la température de coulage du joint.

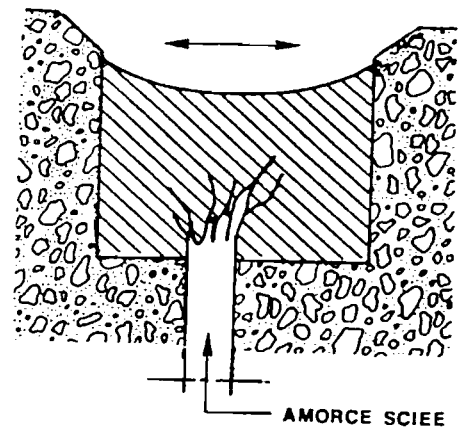
Que ce soit avec les produits coulés à chaud ou à froid la nécessité de prévoir un fond de joint est impérative. Il conditionne le bon fonctionnement du joint qui doit conserver en permanence la liberté de pouvoir se déformer dans deux directions (verticalement et latéralement). Outre la forme qu'il permet de donner au joint en partie basse, le fond de joint évite le collage du produit sur le fond de la réserve.

# COMPORTEMENT DU PRODUIT POUR JOINT AVEC ET SANS FOND DE JOINT

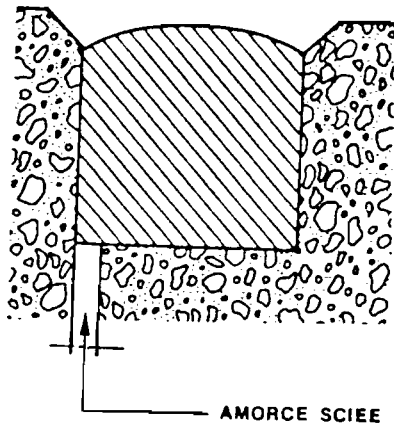
JOINT FERME



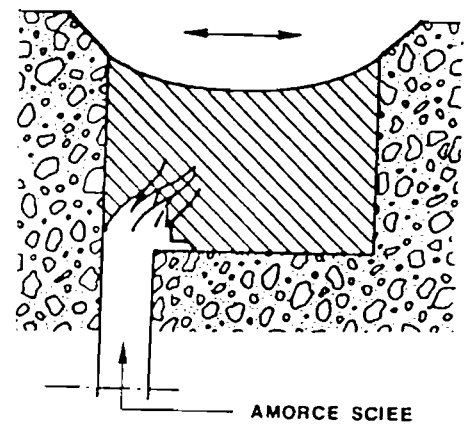
JOINT OUVERT



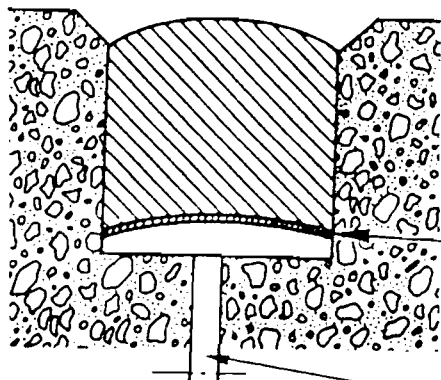
JOINT FERME



JOINT OUVERT



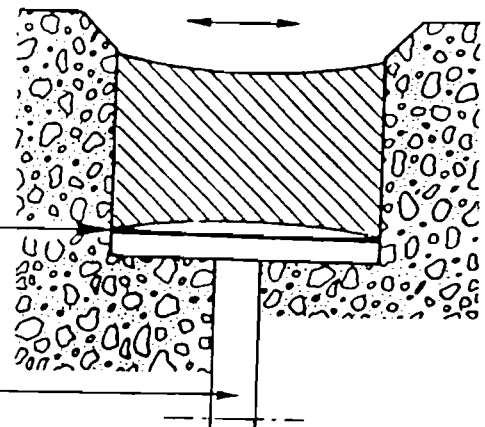
JOINT FERME



JOINT OUVERT

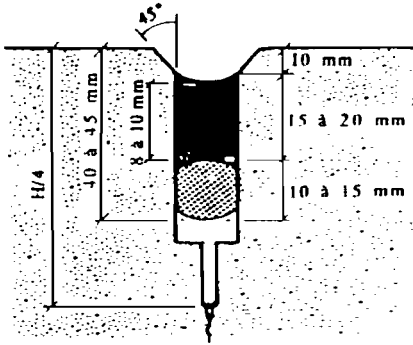
ANTI ADHESIF  
bande de mousse

AMORCE SCIEE

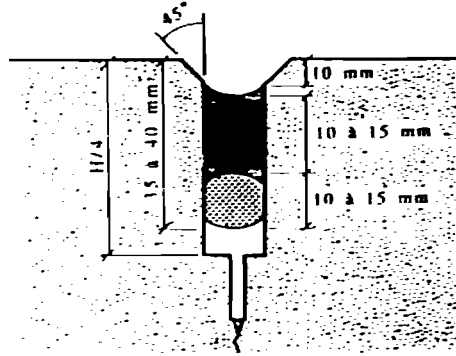


### 3.7. Dessins types et optimaux de joints

Les diverses recommandations et règles énoncées ci-avant pour la conception d'un joint, conduisent à s'efforcer de le réaliser selon les schémas ci-après.



## PRODUIT A CHAUD



## PRODUIT A FROID

000

## chapitre 6

# AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE CHAQUE TYPE DE PRODUIT DE GARNISSAGE

D'une façon générale, chacune des trois familles de produits dispose de qualités et défauts qui font que le choix d'un produit pour la réalisation d'un chantier n'est pas chose aisée et demeure du domaine des spécialistes.

A l'exception des chantiers de réfection ou des campagnes de rénovation de joints, qui ne peuvent être envisagés qu'à l'aide de produits coulés, les joints pour chaussées neuves peuvent être choisis parmi l'un des produits des trois familles.

Généralement après l'analyse des problèmes de fonctionnement des joints neufs ou des joints à rénover, c'est le critère qualité-prix qui détermine le choix du produit. Il faut noter que ce critère est toujours difficile à définir et demeure subjectif, dans la mesure où la longévité effective du joint réalisé demeure incertaine. Un bon produit n'est pas toujours suffisant pour garantir une bonne longévité et il y a lieu de toujours s'assurer de sa parfaite mise en oeuvre.

Il faut également retenir que la bonne réussite d'un joint nécessite de bonnes conditions météorologiques (absence de pluie, de vent, de froid), ainsi que le respect scrupuleux des recommandations du fabricant.

### 1. PRODUITS COULES A CHAUD

#### \* Avantages

De part leur nature, ces produits sont les plus nombreux et les plus utilisés. Leur nature leur confère en outre, une plage étendue de qualités et de performances qui font qu'ils sont en mesure de résoudre de nombreux problèmes.

Généralement on leur accorde :

- un coût modéré,
- une mise en oeuvre aisée , qui s'accompagne d'un bon rendement,
- une utilisation en garnissage de joints neufs ou anciens,
- une préparation rudimentaire de la réserve et des lèvres , qui se satisfont d'un nettoyage énergique à la brosse métallique et d'un dépoussiérage.

\* Inconvénients

Il est reproché à ces produits d'exiger un matériel de chauffe et parfois de mise en oeuvre spécifique, qui alourdit le coût des petits chantiers de réfection. Leur utilisation à températures précises et élevées, oblige à des contrôles sévères de température et à des précautions pour le personnel. On peut noter également :

- leurs qualités mécaniques médiocres (capacité à l'allongement faible, résistance aux efforts alternés extension-compression aléatoire),
- leur sensibilité aux moyennes et fortes températures.

## 2. PRODUITS COULES A FROID

\* Avantages

Ces produits se distinguent des précédents par des qualités et des performances mécaniques généralement supérieures. On peut retenir :

- une meilleure résistance aux efforts alternés extension-compression et au cisaillement,
- une meilleure tenue au souffle des réacteurs,
- absence de matériel de chauffe, ce qui facilite leur préparation.

\* Inconvénients

Ces produits performants sont généralement plus contraignants que les précédents à la mise en oeuvre.

Pour bien adhérer au béton, ils réclament que celui-ci soit parfaitement propre et sec, exempt de toutes traces de produits hydrocarbonés et nécessitent parfois l'utilisation d'un primaire d'accrochage. On leur reproche également :

- un coût élevé,
- une mise en oeuvre un peu plus lente et plus délicate que celle des produits précédents,
- de nécessiter un fond de joint qui conditionne la section du cordon de produit (double ménisque),

- un délai d'utilisation restreint pour les produits bicomposants une fois le mélange réalisé (polymérisation).

### 3. PRODUITS PREFORMES

#### \* Avantages

Ces produits réservés aux joints de grande longueur se posent mécaniquement à la machine. Ils présentent les avantages suivants :

- un rendement élevé à la mise en place,
- la possibilité d'être remplacés facilement et rapidement,
- un fini régulier et propre,
- l'absence de matériel de chauffage.

#### \* Inconvénients

Ces produits réservés uniquement aux chaussées neuves, réclament un logement parfaitement dimensionné par calcul, et impérativement réalisé par sciage à une largeur très régulière.

On leur reproche en outre :

- leur coût très élevé,
- la nécessité de disposer d'un assortiment de profilés de largeurs différentes,
- l'impossibilité de les utiliser en réfection de joints, sans recourir à la rectification des lèvres par sciage, après réfection préalable au mortier à base de résine époxyde.

### 4. SPECIFICATIONS

Certaines caractéristiques de mise en oeuvre et d'usage sont appréciées au moyen des essais décrits dans la norme US SS S 1614 de novembre 1969 pour les monocomposants anti-kérosènes coulés à chaud et dans la norme US SS S 200 D de juillet 1969, amendements 1970 et 1971 pour les bicomposants, coulés à froid.

Les tableaux ci-après résument les principaux essais de ces normes :

**Norme US SS S 1614 - novembre 1969**  
(monocomposants anti-kérosène coulés à chaud)

| Essais                                                                                                                                                                            | Spécifications                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pénétration au cône</b><br>(en 1/10 de mm)<br><br>- avant immersion<br>- après immersion                                                                                       | <br><br><br>$\leq 130$<br>$\leq 155$                                                                                                                                                                                         |
| <b>Variation de poids</b><br>(après immersion dans du carburant<br>24 h à 50°C)                                                                                                   | $\leq \pm 2 \%$<br>et pas de défaut apparent<br>pouvant affecter l'étanchéité                                                                                                                                                |
| <b>Fluage</b><br>(5 h à 60°C avec une pente de 75°)                                                                                                                               | $\leq 0,3 \text{ cm}$                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Adhérence</b><br>(3 cycles d'étirage à -18°C)<br><br>- sans immersion<br>- après immersion dans l'eau<br>(96 h à 25°C)<br>- après immersion dans le carburant<br>(24 h à 50°C) | pas plus d'une éprouvette sur<br>trois ne doit présenter :<br><br>- de fissure dans le produit<br>ou entre le produit et le<br>béton<br><br>- de perte de cohésion<br>(surface libérée du béton :<br>< 1,6 cm <sup>2</sup> ) |

L'utilité de ces différents essais est donnée ci-après :

Pénétration au cône : avant et après immersion dans un carburant type. Cet essai permet d'apprécier la consistance du produit et son aptitude anti-kérosène.

Variation de poids : Cet essai permet de compléter le précédent et en particulier de connaître le comportement anti-kérosène par mesure de variation de poids après immersion dans le carburant type.

Fluage : Il permet de vérifier la stabilité du produit sous l'effet de l'ensoleillement.

Adhérence à -18°C : Cet essai simule l'ouverture des joints par retrait thermique des dalles dans différentes conditions (à sec, en présence d'eau ou de carburant) et permet de juger de la qualité de l'adhérence du produit au béton sous contrainte de traction.

Norme US SS S 200 D  
(mono et bicomposants coulés à froid)

| Essais                                                                                          | Spécifications                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Temps de mise hors poussière<br>} rapide<br>polymérisation } lente                              | < 3 heures<br>< 12 heures                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Auto-nivellement<br>Variation de     } sur niveau plan<br>profondeur       } sur pente de 1,5 % | < 3 mm<br>< 1,6 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Variation de poids ou de volume                                                                 | ≤ 5 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Résilience<br>avant et après vieillissement<br>(pénétration initiale à la bille)                | ≥ 75 %<br>(0,5 à 2 mm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Adhérence<br><br>avant et après immersion dans<br>l'eau et le carburant                         | aucune éprouvette ne doit<br>présenter :<br><br>- de boursoufflement, craquelure,<br>fissure ou ouverture dans le<br>joint ou entre le joint et le<br>bloc de béton<br>- de perte d'élasticité ou de<br>durcissement de la surface                                                                                                       |
| Résistance à la flamme                                                                          | le produit ne doit ni s'en-<br>flammer, ni fluer, ni durcir<br>ni se fissurer, ni montrer de<br>perte d'adhérence au béton                                                                                                                                                                                                               |
| Fluage                                                                                          | le produit ne doit ni craque-<br>ler, ni changer de dimension                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Vieillissement accéléré<br>- des constituants A et B<br><br>- du produit pour joint             | ils ne doivent présenter :<br>- ni dépôt, séparation ou<br>durcissement qui ne dispa-<br>raissent après agitation<br>- ni de peau d'épaisseur<br>≥ 1,5 mm<br>il doit conserver ses<br>propriétés de :<br>- variation de volume < 5 %<br>- résilience avant et après<br>vieillissement > 75 %<br>- pénétration à la bille (0,5<br>à 2 mm) |

Temps hors poussière : L'essai mesure le temps à partir duquel le produit perd son caractère adhésif, et par là, détermine la durée de la protection contre la poussière.

Auto-nivellement : Il permet d'apprécier l'évolution des caractéristiques géométriques après mise en oeuvre.

Variation de poids : Il s'agit du même essai que celui décrit dans la norme US SS S 1614.

Variation de volume : Elle a pour but d'apprécier la stabilité du produit après polymérisation.

Adhérence : Il a le même objet que celui de la norme US SS S 1614

Résistance à la flamme : Il simule l'agressivité du souffle chaud des réacteurs.

Fluage : Même essai que dans la norme US SS S 1614

Vieillissement accéléré : Il permet d'apprécier la stabilité des constituants au stockage, ainsi que leur évolution après réalisation du mélange et de sa polymérisation.

Ces spécifications qui permettent d'apprécier certaines caractéristiques d'usage des produits du commerce, demeurent toutefois insuffisantes pour juger du comportement et des performances du produit sous sollicitations mécaniques, notamment à la fatigue qui est à l'origine du décollement du produit.

L'information sur la fiabilité d'un produit peut avantageusement être complétée par ses références d'utilisation et une visite des aires où il a été utilisé.

oOo

## chapitre 7

# REALISATION DES JOINTS DE CHAUSSEES NEUVES

La première opération consiste à effectuer à l'emplacement et dans les délais requis, un trait de scie qui localise la fissuration de la dalle.

La pratique autoroutière considère cette première opération comme provisoire et ne prévoit la réalisation définitive du joint qu'au terme d'une année de "mûrissement" de la chaussée. Le trait de scie a une largeur qui ne dépasse pas 5 à 6 mm et il est immédiatement comblé par un garnissage d'attente. Au terme de ce délai, le joint est scié à sa dimension définitive et garni avec le produit adéquat et définitif.

La pratique aéronautique est différente en ce sens qu'elle ne juge pas indispensable ce délai d'attente, et qu'elle enchaîne à cette première opération toutes celles nécessaires à la réalisation complète et définitive du joint et de son garnissage.

Cette pratique différente est essentiellement guidée, par un souci d'économies financières et la nécessité de perturber au minimum le trafic aérien qui est toujours contraignant, notamment sur les pistes.

### **1. PREPARATION DE LA RESERVE DU PRODUIT DE GARNISSAGE**

#### **1.1. Sciage, nettoyage, et séchage**

Le sciage de la réserve est exécuté à l'aide d'une scie circulaire comportant une ou plusieurs lames adaptées à la dimension de la réserve à réaliser. Le sciage s'effectue en présence d'eau et de ce fait est à l'origine de projection et de dépôts de laitance et de matériaux qu'il est nécessaire d'éliminer rapidement au jet d'eau sous pression, (6 bars) avant qu'ils ne sèchent et ne durcissent.

Le nettoyage de la réserve qui précède le garnissage du joint est une opération dont dépend en très grande partie la pérennité de celui-ci. Aussi cette opération doit être effectuée avec le plus grand soin, tant dans la réserve aménagée que sur les bords des dalles, afin d'éviter tous risques de pollution lors des opérations suivantes.

L'opération qui lui succède et qui consiste à sécher les lèvres du joints est également primordiale pour le parfait collage du produit au béton, que ce produit soit utilisé ou non avec un primaire d'accrochage.

Notons que cette préparation doit dans la mesure du possible s'effectuer avec de bonnes conditions météorologiques, (absence de pluie et de vent) ou, à l'abri de ces agents sous un dispositif de protection adapté.

## 1.2. Composition de l'atelier de préparation de la réserve

L'équipe affectée à cette opération doit se composer d'agents méthodiques, soigneux et expérimentés, qui respectent scrupuleusement les recommandations du fabricant de produit et veillent en permanence au déroulement ordonné des différentes phases que comportent les travaux.

Ainsi ces phases doivent elles impérativement s'exécuter dans l'ordre suivant :

- sciage de la réserve et de ses chanfreins en présence d'eau,
- nettoyage à l'eau sous pression de la réserve et de la proximité des lèvres,
- élimination au crochet métallique des gros agrégats coincés entre les lèvres,
- brossage des lèvres sur toute la hauteur à la brosse métallique,
- nettoyage de la surface des dalles à l'aide d'une balayeuse aspiratrice,
- séchage de la réserve à l'air comprimé,
- mise en place d'un fond de joint.

Ces deux dernières opérations doivent être réalisées juste avant le garnissage de la réserve ou de l'application du primaire d'accrochage s'il en est prévu un.

Notons que le brossage de la réserve à la brosse métallique n'est pas absolument indispensable après un sciage récent, d'autant que lorsqu'il est intense, il peut être à l'origine d'un léger dépôt de particules métalliques (phénomène de glaçage), défavorable voire nuisible à une bonne adhérence du produit sur les lèvres.

L'équipe affectée à la préparation de la réserve doit disposer d'un matériel performant et en état .

Ce matériel comprend en général :

- une meule inclinée pour la réalisation des chanfreins, si nécessaire,
- une brosse métallique rotative (vitesse de l'ordre de 1000t/mn) dont les dimensions sont adaptées à celles de la réserve. Elle peut être avantageusement équipée d'un aspirateur de poussières,

- un système d'application du fond de joint qui permet de positionner ce dernier à la hauteur souhaitée,
- un compresseur d'air mobile d'au moins 1500 l/mn, qui doit comporter un filtre efficace permettant de piéger l'huile et l'eau contenues dans l'air comprimé. Il doit être équipé de tuyaux et d'une lance avec buse de soufflage, et peut être complété utilement par un générateur d'air chaud pour le séchage de la réserve. (le séchage à la flamme nue est à proscrire afin d'éviter la micro-fissuration du béton). Ce générateur est très utile en toutes saisons et devrait être employé systématiquement.

## 2. REALISATION DU GARNISSAGE

### 2.1. Application d'un primaire d'accrochage

Certains fabricants préconisent l'application préalable d'un primaire d'accrochage. Cette recommandation a pour but de favoriser l'adhérence du produit aux lèvres du joint sans toutefois combattre l'humidité présente. Elle doit donc être impérativement appliquée si les recommandations l'exigent, sur des parois sèches et propres.

L'application du produit doit être faite en couche mince et uniforme. Généralement le primaire est coloré afin de permettre le contrôle visuel de son application.

L'application est réalisée à l'aide d'applicateurs à plaques de mousse interchangeable ou à l'aide de pistolets adaptés. Ce dernier procédé qui pulvérise le produit présente l'inconvénient de provoquer une évaporation trop rapide du solvant. Néanmoins il est le plus utilisé car le plus rapide.

La nécessité d'attendre la complète évaporation du solvant du primaire d'accrochage avant de réaliser le garnissage, entraîne un ralentissement du chantier qui oblige à interdire la circulation de véhicules, susceptibles de polluer les lèvres du joint.

L'usage d'un primaire d'accrochage est généralement prévu avec les produits à base de bitumes aux élastomères ou avec les silicones, avec lesquels il améliore de façon notable l'adhérence au béton.

On retiendra de cette phase préparatoire au garnissage, l'absolue nécessité qu'il y a d'obtenir des lèvres de joint parfaitement propres, exemptes de poussières et de traces d'humidité. Ce résultat est parfois difficile à obtenir lorsque les granulats du béton sont d'origine calcaire, ce qui au sciage du joint, entraîne une poussière abondante et fine, donc difficile à éliminer en totalité.

## 2.2. Réalisation du garnissage avec un produit à chaud

### Description sommaire du matériel

#### - le fondoir

Le fondoir doit être d'une capacité adaptée au travail à réaliser. Il peut être automoteur. Il est obligatoirement à chauffage indirect (bain d'huile) de façon à éviter toute surchauffe locale, très nocive pour les produits.

Le bain d'huile est lui-même chauffé au gaz (ou éventuellement par brûleur à mazout). Sa température est nécessairement régulée par thermostat et est affichée en permanence.

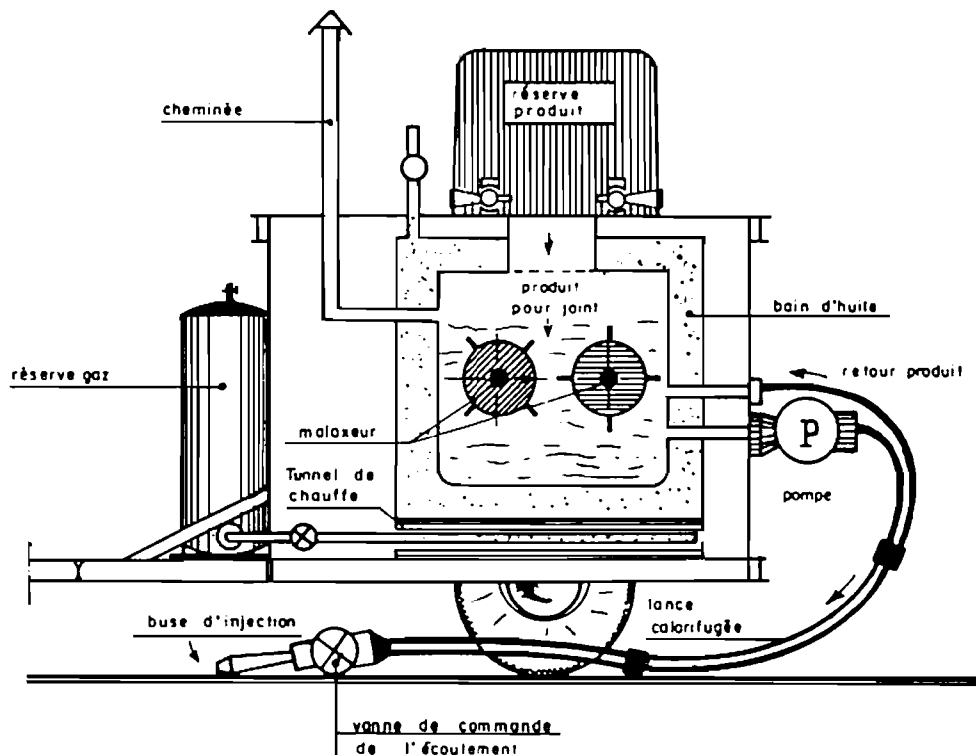
Il comporte un système de brassage permettant d'obtenir :

- \* un produit homogène,
- \* une température uniforme du produit.

A la partie supérieure du fondoir, un système de préchauffage muni de grilles permet de ramollir suffisamment le produit avant son introduction dans la cuve.

Le fondoir est muni d'une pompe permettant le transfert du produit chaud et fluide vers une lance d'application de préférence calorifugée. Le fondoir doit obligatoirement être muni d'un thermographe permettant d'enregistrer la température du produit dans sa masse.

Le schéma ci-après fait apparaître les principaux organes que comporte un fondoir à bain d'huile :



FONDOIR A BAIN D' HUILE .

- Lance d'application du produit

La lance tenue par l'opérateur est munie de divers dispositifs qui contribuent chacun à la bonne mise en place du produit :

- \* un bec situé en extrémité de lance qui doit pouvoir être introduit dans la réserve et être déplacé dans celle-ci facilement et sans se coincer. En effet un bon remplissage de la réserve se fait à partir du fond avec reflux du produit vers la surface.

- \* un dispositif de guidage de la lance et de son bec (roulettes en appui de part et d'autre du joint) qui permet de tirer aisément la lance dans l'axe de la réserve, et règle la position du bec par rapport au fond de joint.

- \* une vanne qui permet de stopper l'arrivée du produit et de régler son débit en fonction de la vitesse d'avancement de la lance.

Ce dispositif n'est pas recommandé avec des joints de faible largeur ( 5 à 6 mm ) où le bec ne pénètre que très mal ou pas du tout dans la réserve , car il a pour inconvénient un mauvais ou irrégulier remplissage de la réserve.

### 2.3. Préparation du produit à chaud

Les produits sont livrés conditionnés en fûts métalliques ou sacs plastiques de l'ordre de 20 à 30 kg, prêts à l'emploi. Le produit livré en sac est réduit en morceaux de petites dimensions avant d'être introduit progressivement dans le fondoir préalablement chauffé, et est brassé dès que cela est possible (nappe de produit fondu de 5 à 10 cm de hauteur). Lorsque le produit est livré en fûts métalliques, il est ramolli dans la partie supérieure du fondoir avant son introduction dans celui-ci. La fusion du produit doit être réalisée progressivement en maintenant un malaxage permanent.

Il est impératif de respecter la température de coulée du produit préconisée sans dépasser la température maximale indiquée par le fabricant (température de sécurité).

Il faut ajuster la quantité de produit de telle façon que tout le produit fondu soit employé dans la journée de travail.

Il est proscrit d'utiliser un produit fondu puis refroidi ou un produit chauffé pendant plus de 24 heures (altération des polymères et des additifs).

Le produit doit être fluide : si ce n'est pas le cas, le remplissage de la réserve est irrégulier et comporte de nombreuses bulles d'air. Une trop grande fluidité peut également entraîner un remplissage irrégulier par écoulement vers les points bas.

En cas de surchauffe enregistrée, il est nécessaire de rejeter le produit .

De même, à la fin de chaque journée de travail, le produit restant devra être évacué du fondoir et éliminé.

Lors de courts arrêts de travail, la température du bain d'huile sera diminuée et peu avant la reprise du travail, le produit sera amené à nouveau à la température de coulée.

#### 2.3.1 Application du produit à chaud .

Le débit du produit introduit dans la réserve doit être surveillé par l'opérateur et réglé à l'aide de la vanne de commande. Les joints sont remplis en une seule fois. Si une application complémentaire doit être faite, elle sera effectuée immédiatement avant refroidissement du produit déjà déposé.

Il est conseillé de réaliser les joints longitudinaux et transversaux en même temps à l'avancement. Après refroidissement du produit, sa surface supérieure doit présenter une concavité marquée; une convexité de cette surface traduit généralement un défaut d'adhérence aux parois .

La température ambiante au moment de l'application doit être supérieure à 5°C.

L'application est suspendue en cas de pluie ou de forte humidité, brouillard par exemple.

#### **2.4. Réalisation d'un garnissage à l'aide d'un produit à froid.**

La livraison de produits de cette famille doit toujours être accompagnée d'une "fiche produit" qui explique les précautions d'usage à respecter pour sa bonne mise en oeuvre.

Lorsque le produit est du type bicomposant notamment, cette fiche doit expliquer clairement les conditions dans lesquelles doit s'effectuer le mélange et mentionner les délais maximaux autorisés entre l'ouverture du conditionnement et l'application du produit, ou entre la fin du mélange et son application.

Ces recommandations sont très importantes et conditionnent l'organisation du chantier de garnissage qui doit toujours être en mesure de pouvoir "consommer" dans les délais autorisés, la quantité de produit préparée.

Ces produits sont pour la plupart appliqués à l'aide d'un matériel fourni par le fabricant. Leur coût, généralement élevé, entraîne la recherche d'une grande précision de la position du fond de joint, afin d'éviter une consommation inutile de produit tout en garnissant une hauteur suffisante.

La pose de ce fond de joint s'effectue à l'aide d'un petit matériel muni de roulettes de guidage, qui en même temps que la mise en place règle la hauteur.

Le produit de garnissage est également mis en place à l'aide d'un applicateur muni de roulettes, qui dose le produit et lui donne en surface la forme concave souhaitée pour le fonctionnement mécanique optimal du joint.

#### 2.4.1 Précautions spécifiques à l'utilisation des produits à froid :

Les produits à froid se caractérisent par :

- un temps de mise "hors poussière", délai après lequel le produit peut être circulé sans accrocher aux pneumatiques : dans ce cas, il n'adhère plus au toucher. Ce temps est variable selon la nature du produit. Il est indiqué à la fiche produit du fabricant. La pose d'un papier anti-adhésif sur le joint après sa réalisation peut parfois compenser un temps hors poussière prescrit trop long.
- un temps de "prise", délai nécessaire au produit pour atteindre les caractéristiques élastiques souhaitées sans déformation irréversible. Ce temps varie avec la nature du produit mais également avec les conditions météorologiques (température, humidité).

Le fabricant doit indiquer le temps de prise de son produit en fonction de la température ambiante. En général, ce délai de prise varie entre 30 et 60 minutes. Il est important d'en connaître la durée, afin de ne pas rétablir la circulation trop tôt et d'éviter (surtout si les dalles battent) des déformations irréversibles.

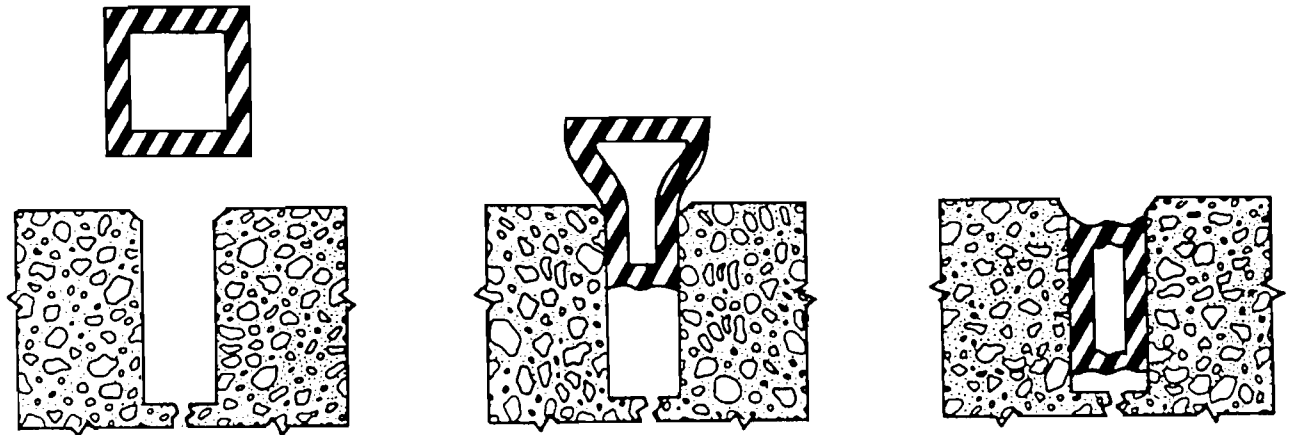
Certains produits à froid tels les silicones ne supportent pas les traces d'humidité et d'hydrocarbures ni celles de produits hydrocarbonés. Il convient donc de vérifier l'absence de projections d'huile dues aux compresseurs utilisés pour le soufflage d'air. Une vérification simple consiste à placer un papier blanc (buvard ou mouchoir jetable) devant la buse d'injection d'air. Si le papier est taché d'huile ou d'eau, il y a lieu de vérifier la présence et l'efficacité du filtre à huile et à eau.

#### **2.5. Garnissage à l'aide d'un profilé**

Les produits de garnissage appartenant à cette famille de joints sont mis en place dans la réserve à l'aide d'un applicateur spécial, qui comprime le profilé afin d'en faciliter sa pose et évite ainsi sa détérioration.

Le schéma ci-après explicite la mise en place d'un tel produit.

PHASES DE MISE EN OEUVRE D'UN JOINT PREFORME :



La pose d'un profilé nécessite :

- un chanfrein régulier en bord de lèvres,
- une dimension de joint constante, régulière et adaptée,
- un nettoyage aussi soigné que pour les autres produits,
- l'application d'un primaire qui sert d'abord de lubrifiant temporaire puis ensuite de colle pour le profilé,
- une machine d'application adaptée, telle que l'allongement qu'elle produit sur le profilé à son insertion ne dépasse pas les 5 %.

En résumé de toutes les consignes et recommandations qu'il est possible de donner en matière de réalisation de joints, il est utile d'avoir toujours à l'esprit les principales qui sont rappelées ci-dessous :

- 1 - Il existe d'avantage de mauvais applicateur que de mauvais produit,
- 2 - Quel que soit le produit à appliquer, la réserve prévue pour son logement doit impérativement être propre, sèche, et exempte de poussière,
- 3 - Les matériels utilisés à la préparation et au garnissage du joint doivent être fiables et en bon état,
- 4 - Les équipes, tant celles affectées à la préparation que celle retenues pour le garnissage doivent être expérimentées, compétentes et organisées,
- 5 - Chaque phase des travaux doit-être bien programmée et sa bonne réalisation contrôlée.

## chapitre 8

# REFECTION DE JOINTS

### 1. CONDITIONS PREALABLES

La réfection de joints sur chaussée ancienne constitue une opération plus délicate que celle de la construction de joints sur chaussée neuve, dans la mesure où doivent être pris en compte les particularités et défauts de la chaussée à rénover. Il y a donc lieu lors de l'élaboration du dossier de consultation des entreprises de fournir le maximum de renseignements relatifs à la chaussée, à ses joints et au produit de garnissage existant, de manière à permettre aux soumissionnaires de proposer le produit le mieux adapté.

Dans ce même esprit, il paraît utile d'exiger de ces derniers une visite préalable des lieux pour leur permettre de se rendre compte des travaux à exécuter, et de soumissionner en toutes connaissances de cause.

D'une façon générale, toutes les conditions et recommandations énoncées pour la construction de joints sur chaussées neuves, demeurent applicables à la réfection de joints sur chaussées anciennes.

Il faut toutefois tenir compte des particularités de la chaussée à traiter, et notamment :

- \* de la nature de l'ancien produit de garnissage,
- \* des dimensions des joints existants,
- \* de l'état des lèvres de la réserve et du béton avoisinant.

#### 1.1 Nature du produit existant

Le choix du produit de garnissage pour la réfection du joint est conditionné par la nature du produit en place. Il existe en effet des incompatibilités entre produits dont on doit tenir compte si l'on ne veut pas compromettre la campagne de réfection. C'est le cas :

- des produits à base de bitume avec ceux à base de goudron,
- des produits à froid (silicone, polysulfure) avec les produits à base de bitume.

### 1.2. Dimensions des joints existants

Ces paramètres interviennent dans le choix du nouveau produit de garnissage. Leurs variations de longueur journalières et saisonnières, lorsqu'elles sont connues peuvent constituer de précieuses informations.

### 1.3. Etat général des lèvres

Ce dernier paramètre a une grande importance dans la mesure où il détermine les travaux de réfection préalables au garnissage.

Dans certains cas, ces travaux de réfection préalables, qui consistent en général en la réparation des épaufrures et des écaillages, au mortier à base de résine époxyde, ou en un nouveau sciage des lèvres, représentent une part importante du coût des travaux.

## 2. LES PHASES DE REALISATION

L'ordre et la nature des différentes phases d'exécution des travaux dépendent des réparations que nécessitent les lèvres du joint, de la compatibilité ou non des produits, nouveau et ancien, entre eux et du procédé utilisé pour le dégarnissage.

D'une façon générale les travaux comportent les différentes phases énumérées et exécutées dans l'ordre ci-dessous :

- Le dégarnissage mécanique du joint en place,
- L'exécution de la nouvelle réserve par sciage si besoin est,
- Le nettoyage de la réserve par de l'eau sous pression et le brossage à la brosse métallique,
- Le soufflage et le séchage minutieux de la réserve,
- L'application du fond de joint et si besoin est, du primaire d'accrochage,
- La mise en oeuvre du produit de garnissage,
- Le nettoyage complet de la chaussée et l'enlèvement avant remise en circulation des particules métalliques résultant du brossage.

### 2.1. Dégarnissage du joint

L'opération est généralement réalisée mécaniquement à l'aide d'un outil (soc) porté par un mini tracteur.

L'outil de dimensions adaptées à celle du joint, est réglable en profondeur.

Il existe d'autres procédés de dégarnissage, tels que le simple crochet tiré manuellement ou la lance à très haute pression, (500 à 1000 bars), d'une performance et d'un rendement élevés. Ce dernier procédé de part la puissance du jet peut dispenser de l'opération de brossage.

## 2.2. Exécution de la réserve

Suivant son état après dégarnissage, la réserve et notamment ses lèvres peuvent nécessiter d'être restaurées.

Lorsque ces dernières sont en bon état et que les dimensions de la réserve sont jugées suffisantes pour recevoir le nouveau produit, les opérations de garnissage peuvent être entreprises.

Lorsqu'au contraire la réserve ne présente pas des dimensions suffisantes pour recevoir le nouveau produit, ou que l'état de ses lèvres souffrent simplement d'épaufrures ou d'écaillages, il doit être procédé :

- dans le premier cas : à un nouveau sciage du joint par un ou des traits de scie réglés à l'écartement et à la profondeur recherchée. Dans ce cas de figure, les lèvres étant neuves et propres, il ne paraît pas indispensable d'effectuer un brossage mécanique qui présente toujours dans le cas de réfection de joints deux inconvénients majeurs :

- \* un entraînement par la brosse de l'ancien produit de garnissage resté en fond de réserve, qui pollue les lèvres sur toute leur hauteur,

- \* un glaçage des lèvres avec dépôt de particules métalliques qui nuisent à une bonne adhérence du produit sur le béton.

- dans le second cas (si les épaufrures et les écaillages sont localisés et de forte taille) : à une réfection au mortier de résine époxyde, à un nouveau sciage des lèvres du joint si ces dégradations sont nombreuses et de moindre importance.

Dans chacun de ces deux cas, il va de soi que la réserve est dimensionnée en fonction de la nature et des performances du nouveau produit utilisé. Toutefois lorsque l'état des lèvres a exigé une reprise du sciage, il peut se faire que la largeur de la réserve ne corresponde pas à celle dictée par le calcul. Il faut alors s'en accommoder et se faire une raison.

### 2.3. Nettoyage de la réserve

Quel que soit le procédé utilisé pour le dégarnissage du joint et le traitement appliqué au conditionnement de la réserve, il y a toujours lieu de prévoir un nettoyage soigné de la réserve dans le but d'obtenir des lèvres très propres et débarrassées de l'ancien produit de garnissage, que ce dernier soit compatible ou non avec le nouveau.

Ce nettoyage s'effectue à l'eau sous pression (6 bars) en tenant compte des pentes de la chaussée que l'on exploite pour faciliter l'évacuation des débris de toutes natures, et éviter la stagnation d'eau.

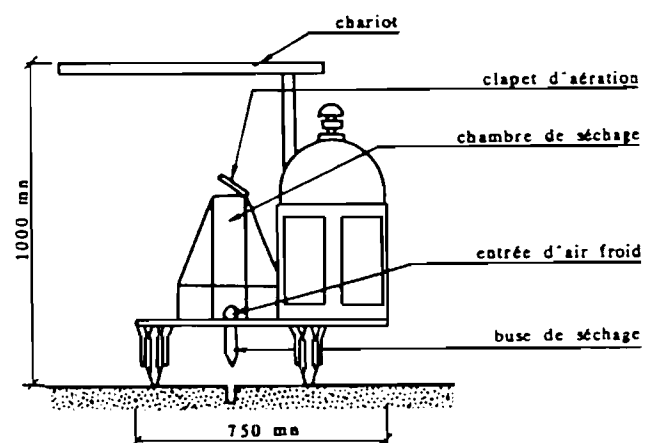
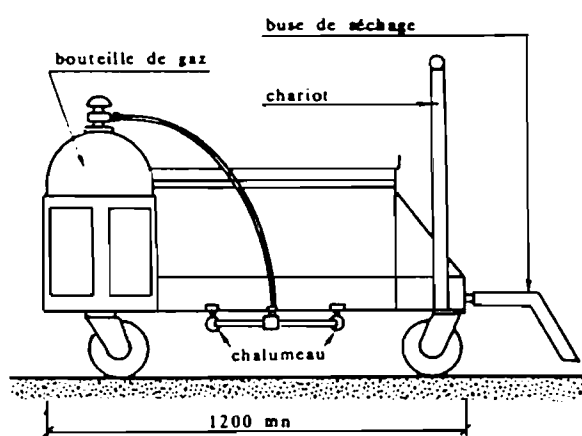
Si des traces de l'ancien produit subsistent et qu'il existe une incompatibilité avec le nouveau produit, ces traces doivent être éliminées par brossage à la brosse métallique, par meulage, ou par sablage.

Ce dernier procédé présente sur les deux autres l'avantage d'une parfaite maîtrise de l'opération tout en évitant les risques et inconvénients que ces deux autres présentent (voir paragraphe 2-2).

### 2.4. Soufflage et séchage de la réserve

Cette opération a pour but d'éliminer toute trace d'humidité et de poussière pouvant se trouver dans la réserve et susceptible d'altérer le collage du produit au béton. Pour cette opération qui doit se réaliser juste avant le garnissage de la réserve, c'est-à-dire après la pose d'un fond de joint et l'application d'un éventuel primaire d'accrochage, de l'air chaud est soufflé à l'aide d'un appareil roulant ou d'une simple lance manuelle.

Le croquis ci-dessous présente un type d'appareil roulant (brevet ISOTECH).



## 2.5. Réalisation du garnissage

Les opérations de mise en oeuvre du produit de garnissage de la réserve, du fond de joint et du primaire d'accrochage éventuel sont identiques à celles décrites pour l'exécution des joints sur chaussées neuves.

## 2.6. Nettoyage de la chaussée

Il a pour but de redonner à la chaussée son intégrité de surface, en éliminant tous les produits et résidus amenés lors de l'opération de réfection des joints.

Il faut attendre que le produit de garnissage ait perdu toute adhérence avant d'autoriser la circulation de chantier et de commencer le balayage ou l'aspiration.

Pour s'assurer qu'aucun débris métallique (poils de brosse métallique par exemple) qui sont dangereux pour les pneumatiques et les réacteurs ne subsiste, il est conseillé de passer transversalement aux joints une barre métallique aimantée.

## 3. DUREE DE VIE DES JOINTS - PERIODICITE D'ENTRETIEN

Il est courant d'admettre comme durée de vie des joints, une période de 5 ans durant laquelle leur état physique et leur efficacité doivent être suivis.

Le niveau d'étanchéité des joints en particulier est, un facteur déterminant pour décider de leur renouvellement. Pour cela, cette qualité doit être vérifiée à intervalles réguliers (une année paraît raisonnable) en pratiquant des mesures d'étanchéité. Ces mesures s'effectuent en premier lieu sur tous les joints à l'aspect douteux, et en second lieu à titre de sondage, sur quelques joints présentant un bon aspect.

Faute de disposer d'un appareil plus performant et à grande cadence de mesure, c'est toujours le Perméamètre de Saint-Brieuc qui est utilisé de nos jours.

Avec cet appareil standard il est courant de retenir les seuils d'appréciation ci-dessous.

- \* après 5 mn, si la quantité d'eau Q écoulée sous une charge de 50 cm d'eau est inférieure à 50 cm<sup>3</sup>, le point est considéré étanche,

- \* après 5 mn, si la quantité d'eau Q écoulée est comprise entre 50 et 100 cm<sup>3</sup>, l'étanchéité du point est considérée douteuse,

- \* au-delà de ce dernier seuil, le point testé est considéré perméable.

#### **4. CHOIX DE LA PERIODE D'ENTRETIEN**

Il est conseillé de ne pas procéder à l'entretien ou à la réparation des joints lors des fortes chaleurs d'été, quand les dalles sont à leurs dimensions maximales et les joints à leur plus faible ouverture.

Il est également pros crit de procéder à l'entretien juste après une période d'utilisation de produits de déglacage dont les traces nuisent à l'adhérence du produit au béton. Il est recommandé d'attendre quelques pluies ou de procéder à un lavage de la partie de chaussée concernée.

o0o

## chapitre 9

# SURVEILLANCE ET CONTROLES DE LA REALISATION DES JOINTS

La surveillance doit porter en construction neuve et en entretien, sur :

- la période de réalisation du sciage de préfissuration,
- la profondeur de sciage et l'espacement des joints,
- les dimensions de la réserve proprement dite,
- les différentes phases de réalisation,
- les conditions météorologiques.

L'ouverture d'un journal de chantier, relatant les conditions d'exécution et les éventuels incidents relatifs aux différentes phases est vivement conseillée pour juger a posteriori, des résultats obtenus.

Les contrôles d'exécution porteront sur les éléments suivants :

### 1. QUALITE DES MATERIAUX

#### 1.1. Vérification préalable

Il est nécessaire de vérifier que les produits proposés par l'entrepreneur possèdent des références sur chantiers similaires, qu'ils répondent aux normes en usage, et qu'ils ont fait l'objet de tests dans un laboratoire agréé (LCPC).

Le LCPC met chaque année à jour une liste des produits qu'il a testés et dont l'utilisation remonte à moins de 5 ans, ainsi qu'une autre liste dont l'utilisation remonte à une période comprise entre 5 et 10 ans.

Un exemple de ces listes en vigueur en 1987, est reproduit ci-après.

**PRODUITS POUR JOINTS ANTI-KEROSENE**

**BICOMPOSANTS TESTES SUIVANT LA NORME 200 D**

| Ancienneté        | Nom                                      | Société                     | Date des essais | N° du PV |
|-------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|----------|
| 5 à<br>10 ans     | COMPOJET M 200                           | SCREG ROUTES                | 2/78 - 4/78     | 32.8.028 |
|                   | MASTIC EVODE<br>AIRFIEL SEALANT<br>D 200 | EMFI S.A.                   | 10/81           | 32.1.107 |
| moins de<br>5 ans | NITSEAL 200                              | FREYSSINET<br>INTERNATIONAL | 3/82            | 32.2.012 |
|                   | BITUPRENE 581.95                         | BITUMES<br>SPECIAUX         | 7/82            | 32.2.024 |
|                   | ACCOPLAST UPX<br>41/83                   | COCHERY                     | 1/84            | 32.3.182 |
|                   | COMPOMASTIC C.200                        | SCREG                       | 23/1/88         | 32.7.166 |

MARS 1989

**PRODUITS POUR JOINTS ANTI-KEROSENE**

**MONOCOMPOSANTS TESTES SUIVANT LA NORME 1614**

| Ancienneté        | Nom                       | Société               | Date des essais | N° du PV |
|-------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| 5 à<br>10 ans     | KEROFLEX                  | GERLAND<br>ETANCHEITE | 10/78           | 32.8.145 |
|                   | COMPOJOINT 167 B          | SCREG ROUTES          | 4/79            | 32.9.407 |
| moins de<br>5 ans | MICJOINT K                | SCR                   | 2/82            | 32.2.013 |
|                   | ACCOPLAST<br>VSK-PX 39/83 | COCHERY               | 6/83            | 32.3.084 |
|                   | COMPOJOINT 1614           | SCREG ROUTES          | 11/86           | 32.6.164 |

Janvier 1987

## PRODUITS POUR JOINTS TESTES SUIVANT LA NORME 1401 B

| Ancienneté        | Nom                                                                                     | Société                                     | Date des essais                      | N° du PV                                                   |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 5 à<br>10 ans     | COLJOINT<br>COMPOJOINT 1401<br>CARIPHALTE JS<br>COLJOINT 701<br>ACCOPLAST B PX<br>30/82 | COLAS<br>SCREG<br>SHELL<br>COLAS<br>COCHERY | 9/78<br>4/80<br>5/80<br>9/80<br>2/82 | 32.8.132<br>32.0.035 B<br>32.0.076<br>32.2.140<br>32.2.011 |
| moins de<br>5 ans | ACCOPLAST B PX<br>30/83<br>FLEXOCHAPE J<br>COMPOJOINT J.F.                              | COCHERY<br><br>BEUGNET<br>RTE (SCREG)       | 4/83<br><br>4/86<br>3/86             | 32.3.065<br><br>32.6.041<br>32.6.105 A                     |

### 1.2. Réception des produits

L'entrepreneur met à la disposition du laboratoire du maître d'oeuvre des échantillons représentatifs afin qu'il puisse procéder aux essais de conformité prévus sur la fiche technique fournie par le fabricant.

La prise d'échantillons se fait de façon contradictoire.

Les prélèvements sont faits à raison d'un échantillon par unité de fabrication (5 à 7 t). Les essais à effectuer sont ceux rappelés au paragraphe 4 du chapitre 6, qui dépendent de la famille à laquelle appartient le produit. Ils doivent être exécutés suivant les modes opératoires en vigueur.

### 1.3. Contrôles des produits lors de la réalisation

Des prélèvements conservatoires seront effectués au moment du coulage en évitant de prélever en début et en fin de garnissage. Un minimum de 2 fois 1 kg sera prélevé et conservé en boîte étanche et en trois exemplaires. Des étiquettes collées sur ces boîtes mentionneront, la date, la température de coulée, la nature du produit ...

Ces produits, conservés pendant la période de garantie contractuelle pourront éventuellement être analysés en cas de besoin.

Des contrôles par mesure des qualités du produit seront prévus par le maître d'oeuvre. Ils s'effectueront en cours de réalisation de chantier d'une manière systématique et inopinée. Selon la nature du produit, ils porteront sur :

- Produit "chaud"

- \* Pénétration au cône
- \* Température Bille et Anneau
- \* Homogénéité et fluage
- \* Adhérence en présence de kérosène

- Produit "froid"

- \* Temps de mise hors poussière
- \* Auto-nivellement
- \* Adhérence en présence de kérosène
- \* Résilience

Deux contrôles sont recommandés par quantité représentant 5 jours de travaux.

## **2. QUALITE DU MATERIEL DE GARNISSAGE**

Les matériels et leurs équipements doivent faire l'objet d'une réception portant sur leur état général, lequel doit être satisfaisant avant que puisse démarrer effectivement le chantier.

Une planche d'essai doit également être effectuée afin de tester le bon fonctionnement de ce matériel et de juger de la compétence de l'équipe chargée de l'utiliser. Au cours de cette planche d'essai sera notamment vérifié le bon étalonnage du thermographe du fondoir, et apprécié le rendement journalier de l'équipe.

Cet ensemble de dispositions a pour but essentiel la programmation de l'avancement des travaux, lequel sur site aéronautique est étroitement dépendant de créneaux horaires souvent courts et peu nombreux

## **3. CONTROLES DU GARNISSAGE**

### **3.1. Contrôle avant le garnissage**

Le maître d'oeuvre contrôlera avant le garnissage :

- la régularité des dimensions de la réserve et des chanfreins,
- la propreté de la réserve du joint,
- l'absence d'humidité,
- la régularité du film de primaire, le cas échéant,
- le respect du temps de séchage de ce primaire éventuel,
- la pose correcte du fond de joint.

### 3.2. Contrôle pendant le garnissage

#### 3.2.1 Produit à chaud

Le maître d'oeuvre fera vérifier par le laboratoire mandaté les éléments suivants :

- le respect de la température de coulée du produit

Cette température doit être inférieure à la température maximale indiquée par le fabricant. Un dépassement de 15 °C entraîne le rejet du produit. Elle est mesurée à l'aide du thermographe (dont la précision de l'indication sera d'au moins 2,5 °C).

- le respect des limites de température ambiante (> 5 °C) et des conditions météorologiques satisfaisantes,
- le remplissage correct de la réserve en veillant à ce que ce remplissage s'effectue de bas en haut avec un produit à bonne température,
- le fonctionnement correct du fondoir,
- le préchauffage du produit dans la réserve du fondoir si elle existe,
- le malaxage permanent du produit,
- la diminution de la température de chauffe du produit en cas d'arrêt prolongé (au-delà d'une à deux heures),
- la vérification journalière de l'adhérence du produit mis en place (à l'aide d'une lame mince),
- l'utilisation dans la journée de travail de tout le produit contenu dans le fondoir. Le surplus ne pourra être utilisé le lendemain et sera éliminé,
- le relevé journalier de l'enregistrement du thermographe avec repérage des surfaces traitées durant la journée,
- les contrôles sur échantillons suivant le paragraphe 1.3 du présent chapitre.

#### 3.2.2 Produit à froid

Le contrôle portera sur .

- la vérification de la précision de la machine à effectuer le mélange des composants,
- la température ambiante (> 5 °C) et l'absence de pluie,
- le remplissage correct de la réserve compte tenu des prescriptions du fabricant du produit (forme, épaisseur...)

- l'absence de circulation avant que le produit soit "hors poussière", c'est à dire n'adhère plus au toucher (environ une demi-heure à une heure ou plus, en cas de température basse),
- le rétablissement de la circulation qui ne peut se faire qu'après polymérisation complète du produit (plusieurs heures en principe),
- les contrôles sur échantillons suivant les prescriptions du paragraphe 1.3 du chapitre 9.

### 3.3. Contrôles visuels

Les contrôles visuels permettent de vérifier l'homogénéité des travaux effectués et de se faire une idée d'ensemble de leurs qualités. Ils permettent dans certains cas de relever des malfaçons (gonflement, débordement de joint, décollement de produit ...) qui peuvent être à l'origine de défauts d'étanchéité.

Ces contrôles précèdent ceux prévus pour l'appréciation de l'étanchéité et ne peuvent en aucun cas s'y substituer, dans la mesure où un joint présentant un bon aspect peut très bien être perméable.

### 3.4. Contrôle de l'étanchéité

Le contrôle de cette qualité se fera selon un programme bien défini prévu au CCTP du marché, et dans lequel seront précisés :

- la densité  $\alpha$  des points de mesure, (en général il est prévu 5 points par 1.000 m de joint),
- l'emplacement de ces mesures (aux croisements des lignes de joints, ou sur les parties rectilignes), en général dans la proportion de 3 pour 2, l'accent étant porté sur les coins de dalle,
- le fractionnement du chantier, c'est à dire son découpage fictif en lots de même importance ( en général 10.000 m de joints) sur lesquels sera portée une appréciation globale des mesures effectuées.

Ce programme de contrôle prévu pour la réception provisoire est également valable pour les contrôles à effectuer en cours de période de garantie (une campagne chaque année) et à l'issue de la période de garantie, avant de libérer la retenue ou la caution qui la remplace.

L'appréciation pour la réception provisoire des résultats des mesures se fera selon les critères énoncés au paragraphe 4-2 du chapitre 9 , et portera sur un lot entier.

Ainsi selon ces critères, pourra être portée sur chacun des lots, l'une des appréciations suivantes :

- étanchéité satisfaisante, lot acceptable
- étanchéité douteuse, lot acceptable avec application d'une réfaction de prix,
- étanchéité défectueuse, lot irrecevable, les travaux doivent être repris.

Ces appréciations qui portent sur la moyenne arithmétique des résultats de mesure doivent être affinées, notamment lorsque certaines de ces mesures indiquent une quantité d'eau écoulée supérieure à 100 cm<sup>3</sup> (Cf. paragraphe 4 du Chapitre 9). Le maître d'oeuvre ou l'entreprise peuvent dans ce cas faire procéder à des mesures complémentaires de manière à mieux localiser les zones défectueuses, et par là limiter le linéaire de joint à reprendre.

#### 4. REFATION DE PRIX

##### 4.1. Conformité du produit

Une réfaction de prix peut être appliquée aux travaux exécutés si les résultats d'analyse et d'essais effectués en cours de travaux ne correspondent pas à ceux obtenus lors de la réception du produit.

Cette réfaction qui dépend de la valeur des écarts constatés et de leur importance préjugée sur la qualité et la tenue des travaux, s'applique au mètre de joint réalisé avec le produit défectueux, sur le prix de garnissage, comprenant la fourniture et la main-d'oeuvre.

Elle peut atteindre 20 % de ce prix, dans les cas les plus défavorables .

Cette pénalité qui concerne la mise en oeuvre , est cumulable à la réfaction appliquée aux défauts d'étanchéité définie ci-après .

##### 4.2. Défauts d'étanchéité

Au terme de l'application du programme de contrôle contractuel de l'étanchéité, les décisions ci-après seront prises en fonction de la valeur  $\bar{Q}$  qui représente pour chacun des lots, la moyenne arithmétique des quantités d'eau mesurées ( notées  $Q_i$  dans la suite ) :

- si  $\bar{Q}$  est  $< 50$  cm<sup>3</sup>, pas de réfaction de prix, mais les zones donnant un  $Q_i \geq 100$  cm<sup>3</sup> doivent être reprises aux frais de l'entreprise,
- si  $\bar{Q}$  compris entre 50 et 100 cm<sup>3</sup>, application d'une réfaction de prix sur la partie défectueuse du lot, avec obligation de reprise par l'entreprise des zones où  $Q_i \geq 100$  cm<sup>3</sup>
- si  $\bar{Q} \geq 100$  cm<sup>3</sup>, le lot est repris en totalité.

La délimitation des zones à reprendre résultera des mesures complémentaires décidées conjointement par l'entreprise et le maître d'oeuvre , ou unilatéralement par le maître d'oeuvre en cas de désaccord .

Il va de soi que les parties reprises feront l'objet de nouvelles mesures de perméabilité , et qu'elles ne seront acceptées que si chacune de ces nouvelles mesures donne un  $Q_i$  inférieur à 100 cm<sup>3</sup>. Le calcul de la réfraction sera réajusté en fonction de la qualité du résultat final obtenu .

#### 4.3. Calcul de la réfraction de prix

La réfraction à apporter sur le coût des travaux est calculée par application de la formule ci-dessous :

$$R = K(F) \times l(Q)$$

dans laquelle :

- \*  $K(F)$  est le prix contractuel du mètre de joint neuf ou refait , comprenant le coût linéaire de toutes les opérations que comporte l' exécution d'un joint (sciage, brossage ,soufflage, garnissage, nettoyage), plus une pénalité forfaitaire de 2,00 F / ml .

$$K(F) = 2 + \text{Prix 1} + \text{Prix 2} + \text{Prix 3} + \text{Prix 4} + \text{Prix 5}$$

Prix 1 : Prix du sciage au mètre linéaire .  
 Prix 2 : Prix du nettoyage au mètre linéaire .  
 Prix 3 : Prix du brossage au mètre linéaire .  
 Prix 4 : Prix du soufflage au mètre linéaire .  
 Prix 5 : Prix du garnissage au mètre linéaire .

- \*  $l(Q)$  représente la longueur fictive de joints défectueux sur un lot entier , calculée à partir des quantités d'eau mesurées.

$$l(Q) = \frac{\sum n_i . d_i}{N} \times L$$

$d_i$  représente le " degré de défectuosité" correspondant à la quantité d'eau  $Q_i$  mesurée en un point donné . Il est déterminé à l'aide du tableau de correspondance indiqué ci-après,

$n_i$  représente le nombre de mesures dont le résultat  $Q_i$  se situe dans une tranche donnée de quantités d'eau .

$N$  représente le nombre total de points de mesure effectués sur le lot choisi .

$L$  représente la longueur totale de joints réalisés sur ce lot .

TABLEAU DE CORRESPONDANCE

| Tranches des quantités d'eau (en cm <sup>3</sup> / 5 mn) | Degrés de défectuosité di |
|----------------------------------------------------------|---------------------------|
| 0 à 50                                                   | 0 %                       |
| 50 à 70                                                  | 13 %                      |
| 70 à 100                                                 | 17 %                      |
| 100 à 200                                                | 30 %                      |
| 200 à 300                                                | 50 %                      |
| 300 à 400                                                | 70 %                      |
| 400 à 500                                                | 90 %                      |
| + de 500                                                 | 100 %                     |

Remarques sur la formule donnant la longueur fictive l(Q) :

La quantité d'eau Qi mesurée en chaque point permet de définir la qualité de l'étanchéité . Pour ce faire , un "degré de défectuosité" di est affecté à chaque point de mesure à partir de son Qi et à l'aide du tableau de correspondance .

Sur l'ensemble d'un lot donné , il est alors possible de déterminer le degré moyen de défectuosité qui est égal à :  $d = ( \sum n_i . d_i ) / N$

Il en résulte la longueur fictive de joints défectueux l(Q) , qui est le produit de ce degré moyen de défectuosité par la longueur totale du lot :

$$l(Q) = d . L$$

$$l(Q) = ( \sum n_i . d_i ) \times ( L / N )$$

Par définition , la densité  $\alpha$  des points de mesure par mètre linéaire de joint , est égale à :  $\alpha = N / L$  . L'expression de la longueur l(Q) , peut donc s'écrire en faisant intervenir  $\alpha$  :

|                                        |
|----------------------------------------|
| $l(Q) = \frac{\sum n_i . d_i}{\alpha}$ |
|----------------------------------------|

La densité  $\alpha$  des points de mesure est préalablement définie dans le C.C.T.P. ; elle est généralement prise égale à 5 ou 10 points de mesure par 1.000 mètres linéaires de joints (  $\alpha = 5/1.000$  ou  $10/1.000$  ).

### EXEMPLE :

Sur une chaussée neuve de 2 200 m comportant un linéaire de joint de 10.000m pour 550m de chaussée, il a été effectué 5 mesures par 1000m de joints qui ont donné suivant les lots, les résultats mentionnés au tableau ci-après:

|           | Lot 1                |    |     | Lot 2                |     |     | Lot 3                |     |     | Lot 4                 |     |     |
|-----------|----------------------|----|-----|----------------------|-----|-----|----------------------|-----|-----|-----------------------|-----|-----|
|           | ni                   | Qi | di  | ni                   | Qi  | di  | ni                   | Qi  | di  | ni                    | Qi  | di  |
|           | 41                   | 40 | 0%  | 20                   | 40  | 0%  | 10                   | 40  | 0%  | 26                    | 85  | 17% |
|           | 9                    | 65 | 13% | 28                   | 65  | 13% | 30                   | 85  | 17% | 15                    | 150 | 30% |
|           |                      |    |     | 2                    | 150 | 30% | 10                   | 150 | 30% | 9                     | 250 | 50% |
| $\bar{Q}$ | 39,6 cm <sup>3</sup> |    |     | 44,2 cm <sup>3</sup> |     |     | 78,4 cm <sup>3</sup> |     |     | 117,2 cm <sup>3</sup> |     |     |
| 1(Q)      |                      |    |     |                      |     |     | 1620 m               |     |     |                       |     |     |

Nota :  $\bar{Q}$  est la moyenne des quantités d'eau effectivement mesurées lors des essais.

### Décision du maître d'oeuvre

Lot 1 L'étanchéité de ce lot est considérée satisfaisante, ( $\bar{Q} < 50 \text{ cm}^3$ ) le lot est recevable et réglé à l'entrepreneur,

Lot 2 L'étanchéité de ce lot est considérée satisfaisante, ( $\bar{Q} < 50 \text{ cm}^3$ ), le lot est recevable et réglé à l'entrepreneur qui doit néanmoins effectuer des reprises: (deux points donnent des  $Q_i \geq 100 \text{ cm}^3$ )

Lot 3 L'étanchéité de ce lot est considérée douteuse ( $50 \text{ cm}^3 \leq \bar{Q} < 100 \text{ cm}^3$ ), le lot est recevable et réglé à l'entrepreneur avec application d'une réfaction et obligation d'effectuer des reprises: (dix points donnent  $Q_i \geq 100 \text{ cm}^3$ ).

Cette réfaction est calculée comme suit :

densité  $\alpha$  de points de mesure sur 1000m :  $\alpha = 5/1000$

longueur équivalente de joints défectueux :

$$l(Q) = \frac{30 \times 0,17 + 10 \times 0,30}{5/1000} = 1.620 \text{ m.}$$

la réfaction s'élève à :  $R = l(Q) \times K(F)$

$$R = 1.620 \times K(F)$$

soit 
$$\frac{1.620 \times K(F)}{10.000 \times K(F)} = 16,2 \text{ ‰ du montant du lot}$$

Après reprise des points ou  $Q_i \geq 100 \text{ cm}^3$ , il y a lieu de recalculer cette réfaction, en fonction des nouvelles valeurs obtenues lors du contrôle.

Lot 4 L'étanchéité de ce lot est considérée mauvaise, ( $\bar{Q} \geq 100 \text{ cm}^3$ ), le lot est déclaré irrecevable et n'est donc pas réglé à l'entreprise. Le maître d'oeuvre exige la reprise des travaux sans que soit appliquée de réfaction de prix, ni que soient accordés de délais supplémentaires.

Cet exemple illustre une façon d'appréhender la réception des travaux ainsi que les réserves et pénalités que le maître d'oeuvre est en mesure d'appliquer à l'entreprise. Il ne constitue pas une règle absolue mais seulement un exemple auquel le maître d'oeuvre peut se référer.

On retiendra de ce qui a été dit sur l'exécution et la réception des travaux, que le C.C.T.P. doit toujours être clair, précis, et qu'il doit toujours prévoir des mesures coercitives sévères à l'encontre de l'entreprise de manière à garantir le maître d'oeuvre de la meilleure qualité des travaux.

oOo

---

oOo

# BIBLIOGRAPHIE

- (1) Instruction Technique sur les Aérodrômes Civils.  
I.T.A.C. fascicule 4 : Construction - octobre 1983.
- (2) Exécution des chaussées en béton de ciment.  
Fascicule 28 du C.C.T.G.
- (3) Directive pour la réalisation des chaussées en béton de ciment  
S.E.T.R.A. - L.C.P.C. - Mai 1978
- (4) Projet de construction et entretien des joints de chaussées en  
béton de ciment Portland - Extrait de National Cooperative  
Highway Research Program Synthesis of Highway Practise n° 19  
(Highway Research Board 1973) - Traduction S.E.T.R.A. du  
9 Mai 1974.
- (5) Problèmes de scellement des joints de chaussées en béton.  
L. HUBRECHT, Dr Sc. - N° 4 (1983).
- (6) Produits pour joints de chaussées en béton d'aérodrômes.  
J. GIGER et B. BRULE, L.C.P.C. - Revue Générale des Routes et  
des Aérodrômes n° 597 de mai 1983.
- (7) Scellement des joints de routes en béton de ciment.  
Etude d'information.  
L. HUBRECHT, Dr Sc. - CR 7/77 - Centre de Recherche Routières  
Bruxelles 1978.
- (8) Bulletin de Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées -  
Chaussées en béton Septembre 1978.
- (9) Comité Technique des Routes en Béton - XVIIème Congrès Mondial  
de la Route de Sydney - 1983.

# ANNEXE

**TABLEAU DES PRINCIPAUX DEFAUTS:  
CAUSES ET REMEDES**

| Défauts                                                           | Causes probables                                                                           | Remèdes (possibles)                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - "Gonflement" du joint après mise en oeuvre                      | - Défaut d'adhérence<br>- Température insuffisante de coulée                               | - Propreté de la réserve<br>- Séchage<br>- Respect de la température de coulée                      |
| - Bulles d'air nombreuses après mise en oeuvre                    | - Température excessive de coulée de produit                                               | - Respect de la température de coulée                                                               |
| - Débordement ou expulsion du joint en période chaude             | - Mauvais dimensionnement<br>- Absence de chanfrein<br>- Excès de produit                  | - Dimensionner correctement les chanfreins                                                          |
| - Cassure du produit dans la masse                                | - Produit surchauffé<br>- Produit inadapté à supporter les mouvements des dalles (fatigue) | - Respecter les températures de coulée<br>- Adopter un produit ayant une meilleure tenue en fatigue |
| - Vieillissement superficiel précoce avec craquelures, crevasses. | - Mauvaise résistance du produit aux actions de l'environnement                            | - Changement de produit                                                                             |
| - Décollement total du produit                                    | - Humidité à la mise en oeuvre<br>- Propreté insuffisante                                  | - Séchage et nettoyage correct de la réserve                                                        |



