



Ministère de l'Équipement
du Logement
de l'Aménagement du Territoire
et des Transports

Direction des Routes

JOINTS DE CHAUSSEE

des ponts routes

Éléments de choix. Méthodes de pose.

Entretien et réparation.



JOINTS DE CHAUSSEE

des ponts routes

JUILLET 1986

Document réalisé et diffusé par : la cellule Equipements des ponts

du Département des Ouvrages d'Art du SETRA



SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES
46, avenue Aristide Briand - B.P. 100 - 92223 BAGNEUX - FRANCE
Tél : (1) 42.31.31.31 - Télécopieur : (1) 42.31.31.69 - Télex 260763 SETRA BAGNX

Sommaire

pages

CHAPITRE 1 - GÉNÉRALITÉS	3
1.1 - Objet du document "joints de chaussée".....	3
1.2 - Nécessité ou non d'un joint de chaussée. Les ouvrages concernés	3
CHAPITRE 2 - LES ÉLÉMENTS DU CHOIX D'UN JOINT DE CHAUSSÉE	5
2.1 - Le souffle.....	5
2.2 - Le trafic.....	19
2.3 - L'étanchéité de l'ouvrage.....	21
CHAPITRE 3 - LES CRITÈRES DE SÉLECTION DES MODÈLES DE JOINTS DE CHAUSSÉE	25
3.1 - Nécessité et difficulté d'une politique de sélection.....	25
3.2 - Qualités requises pour un joint de chaussée.....	31
3.3 - La panoplie des joints.....	35
3.4 - Conclusion.....	36
CHAPITRE 4 - MÉTHODES DE POSE DES JOINTS MÉCANIQUES	37
4.1 - Données générales.....	37
4.2 - La pose en feuillure.....	40
4.3 - La pose en ossature gabarit.....	45
4.4 - Mise en oeuvre d'une longrine en mortier (de résine époxydique ou autre).....	47
4.5 - Scellement des ancrages dans des trous forés.....	49
4.6 - Cas particulier du calage sur un tablier à tôle orthotrope....	51
CHAPITRE 5 - LIAISON DU JOINT A L'ÉTANCHÉITÉ DE L'OUVRAGE ET ÉTANCHÉITÉ DU JOINT	53
5.1 - Le solin de raccordement. Liaison à l'étanchéité générale.....	53
5.2 - Système d'étanchéité du joint et/ou récupération des eaux.....	61
5.3 - Drain.....	67
5.4 - Conclusion.....	68
CHAPITRE 6 - LES JOINTS SOUS REVÈTEMENT, LES JOINTS DE TROTTOIRS ET DE BORDURES	69
6.1 - La mise en oeuvre des joints sous revêtement.....	69
6.2 - Les joints de trottoirs.....	69
6.3 - Conclusion.....	75
CHAPITRE 7 - ASPECTS ADMINISTRATIFS, CONSULTATION DES ENTREPRISES, PREPA RATION DES MARCHES	77
7.1 - Dévolution des travaux, marché direct ou sous-traitance.....	77
7.2 - CCTP. Clauses techniques types à insérer.....	77
7.3 - RPAO et Acte d'engagement.....	78
7.4 - CCAP.....	79
7.5 - BPU.....	80
CHAPITRE 8 - VISITE - ENTRETIEN ET RÉPARATION DES JOINTS	83
8.1 - Aspects généraux de cette surveillance.....	83
8.2 - Les réparations de joints.....	83
8.3 - Problème particulier du soulèvement d'ouvrage.....	84
8.4 - Les attelages de travées.....	88
ANNEXES	
1 CLAUSES TECHNIQUES COURANTES RELATIVES AUX JOINTS DE CHAUSSÉE DES PONTS, ROUTES.....	89
2 RELEVÉS MÉTÉOROLOGIQUES.....	99
3 DÉTERMINATION DE L'OUVERTURE D'UN JOINT DE CHAUSSÉE A LA POSE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE.....	101

Un sommaire détaillé faisant fonction d'index est à la page 105

Présentation générale

Le raccord d'un tablier de pont aux chaussées adjacentes est assuré par des joints de chaussées.

Pour arrêter le choix d'un joint et préparer les pièces contractuelles, les Maîtres d'Oeuvre disposaient des éditions successives du dossier pilote JADE (1962-63-64 et 68 ainsi que les mises à jour). Cependant l'inconvénient d'un tel dossier résidait dans la difficulté des mises à jour pour suivre l'évolution de certains types de joints, leur disparition ainsi que l'apparition sur le marché de nouveaux modèles ou types à l'initiative des divers fabricants.

Le suivi des évolutions correspondantes, tout en apportant aux utilisateurs une certaine information objective, rendait nécessaire de revoir la procédure d'appréciation de cet équipement et donc la forme du dossier.

Le présent document se propose de donner :

- les **éléments du choix** d'un joint en fonction des divers paramètres influant sur les **mouvements** de la structure,
- les **critères de sélection** des modèles,
- la description des principales **méthodes de pose**,
- et les **problèmes divers** liés à l'étanchéité, la dévolution des travaux, l'entretien, etc...

Ce document comporte en outre une annexe traitant des **clauses techniques communes** à tous les types de joints et qui peuvent être directement contractualisables.

Indépendamment du présent document est diffusé, pour chacun des modèles de joints proposés par les fabricants installateurs, un **Avis Technique Setra**. Le Maître d'Oeuvre pourra les consulter pour arrêter son choix et rédiger son marché. La liste des Avis Technique Setra est régulièrement tenue à jour.



Le présent document a été rédigé par MM **ENNESSER ET FRAGNET** de la Cellule Equipements des ponts du Département des Ouvrages d'Art du SETRA qui en assure la gestion. Il a bénéficié des conseils et des observations de : MM. ARNOUS (Cipec), BOUTONNET (VSL), CEINTREY (Lumisilice), CHABERT (LCPC), FARGEOT (Freyssinet International), GUILLOT (CETE EST), ISNARD (CETE AIX), LE DELLIOU (CETE LYON), MEHUE (Setra), NICOLAS (CETE OUEST), NICOLAS (Gréggory), PICARD (DESRET), POINEAU (Setra),

Sans oublier les rédacteurs des précédents dossiers JADE, dont M. VALLANTIN.

....

La présentation du document (mise en page et dessins) a été assurée par Mme BERNARDIN et M. GILCART.

Documentation photographique: photothèque du Setra, D^{on} ETGOT

CONDITIONS QUE DOIT REMPLIR UN JOINT :

- Assurer la liberté de mouvement du pont;
- Donner une continuité de la surface de roulement ;
- Ne pas être une source de bruit et de vibration ;
- Avoir une bonne étanchéité ou une bonne évacuation des eaux.

Ces conditions définies en 1964 au 7^{eme} Congrès de l'AIPC de Rio de Janeiro, ont été confirmées au XVII^{eme} Congrès Mondial de la Route de l'AIPCR, à Sydney en octobre 1983.

CONCLUSIONS DE NOTRE ETUDE

Le joint est un équipement complexe et délicat.

Il faut :

- y penser à temps : le choisir en même temps que le type de structure qu'il équipe.

- l'ancrer solidement pour résister aux charges de trafic, tout en étant facilement démontable et d'un entretien aisé.

- le mettre en oeuvre avec une précision de mécanicien : unité de mesure le **millimètre** et non le centimètre.

- le concevoir pour qu'aucune rupture ne soit un danger pour l'utilisateur.

- assurer la continuité du roulement de part et d'autre du joint sans créer de discontinuité d'adhérence dangereuse.

- raccorder l'étanchéité générale au joint.

- éventuellement assurer la continuité de l'étanchéité sous le joint et aux extrémités.

- qu'il puisse résister à la corrosion ainsi qu'aux attaques par les gravillons, les produits chimiques, etc.

ATTENTION

un joint - oublié ou

- improvisé ou

- mis en oeuvre d'une façon imprécise,

risque - d'être inconfortable pour l'utilisateur,

- de ne pas résister aux sollicitations anormales qu'il subit,

- de coûter finalement très cher.

CHAPITRE 1 - GENERALITES

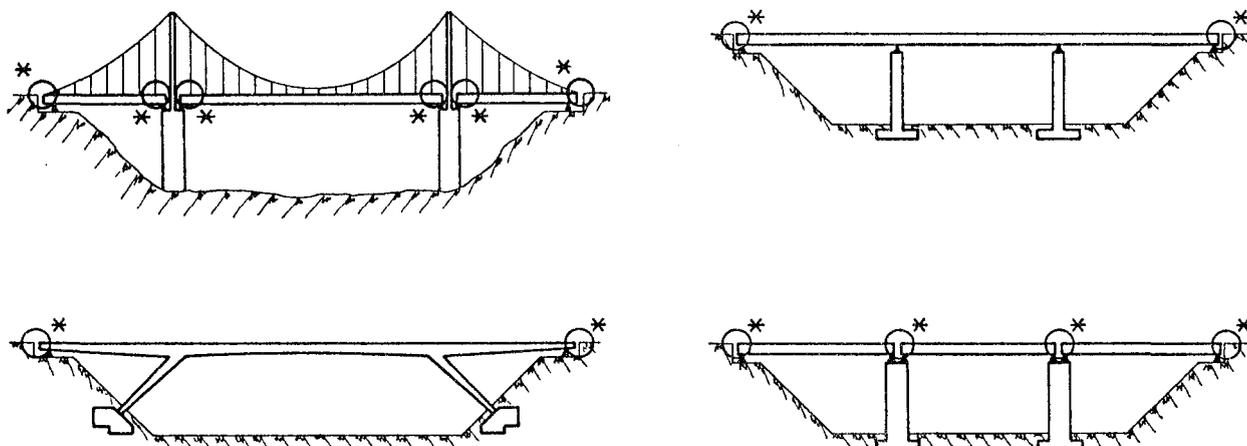
1.1 - Objet du document "joints de chaussée"

Le présent document a pour but de fournir aux Ingénieurs des éléments d'appréciation sur les différentes opérations suivantes :

- 1) Choix du ou des dispositifs ou des dispositions permettant d'équiper l'about d'un ouvrage d'art: pont fixe ou mobile, viaduc ou passerelle, en fonction des données qui lui sont propres ;
- 2) Préparation de la consultation, comparaison des offres et, éventuellement, rédaction du marché ;
- 3) Suivi et contrôle de la réalisation ;
- 4) Visite, entretien et réparation éventuelle.

1.2 - Nécessité ou non d'un joint de chaussée. Les ouvrages concernés.

Un joint est nécessaire sur un pont, un viaduc ou une passerelle dans tous les cas où il y a possibilité de mouvements relatifs entre deux éléments de structure de l'ouvrage et quand la zone du mouvement affecte la chaussée supportant la circulation.

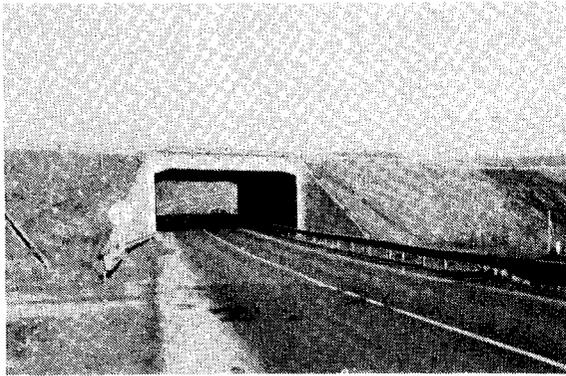
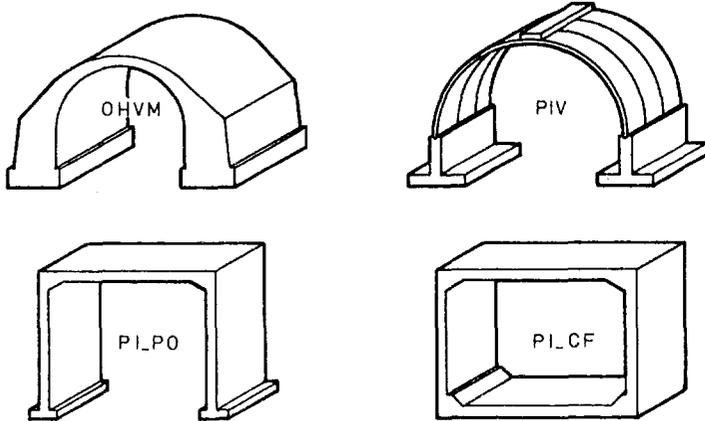


* Position du joint de chaussée

Figure 1
Quelques exemples de structures comportant un joint de chaussée.

Tous les ouvrages affectés d'un tel mouvement relatif doivent comporter un joint de chaussée. Fig 1.

Seules les structures en voûte (PIV ou OHVM), en cadre fermé (PICF) ou en portique ouvert (PIPO) ne comportent pas de joints de chaussées car de faibles portées mais surtout parce qu'elles sont encastées sur leurs appuis. Fig.2.



*Figure 2
Quelques exemples de
structures ne comportant pas de joint de
chaussée.
Ici un pont cadre.*

Le joint est d'autant plus complexe que les mouvements relatifs sont importants et qu'il est plus ou moins affecté par le trafic routier.

Le joint peut ne pas être apparent et il est alors recouvert par le matériau de la chaussée. C'est une disposition qui n'est possible que si le revêtement peut accepter les mouvements de dilatation et de contraction. Le joint est alors réduit à sa plus simple expression technique et économique; mais, techniquement, l'ouvrage comporte un joint de chaussée.

CHAPITRE 2 - LES ELEMENTS DU CHOIX D'UN JOINT DE CHAUSSEE

Les trois paramètres constituant les éléments pour le choix d'un modèle de joint sont: le "souffle", le trafic et l'étanchéité sur l'ouvrage.

Il est donc indispensable de définir ces données de base particulières à l'ouvrage.

2.1 - Le "Souffle"

2.1.1 - Définition

On appelle "souffle" (ou parfois "jeu") d'un joint le déplacement relatif maximal prévisible des deux éléments en regard, mesuré entre leurs deux positions extrêmes (et non par rapport à la position moyenne ou de réglage). Fig 3.

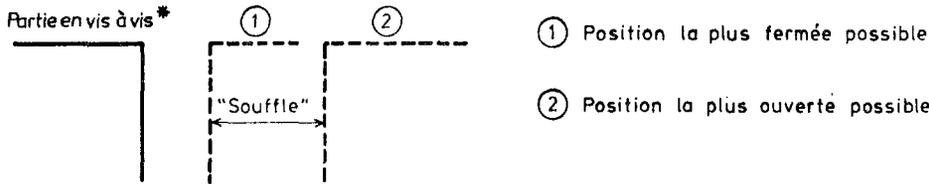


Figure 3

* fixe : culée par exemple, ou mobile : travée adjacente

2.1.2 - Les composantes du souffle

Le modèle de joint devra satisfaire aux trois degrés de liberté correspondant aux trois directions du déplacement relatif des deux éléments par rapport à l'axe de la voie.

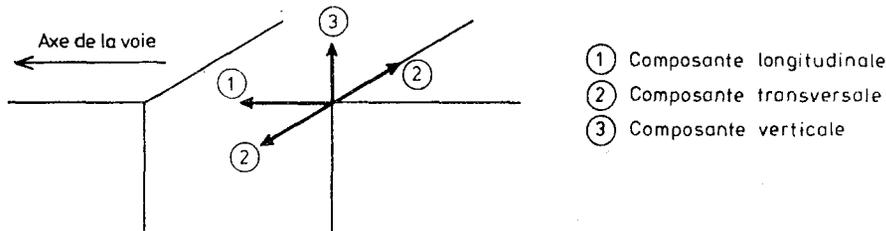


Figure 4

2.1.2.1 - Composante longitudinale

C'est, en général, la plus importante. Elle représente les mouvements de contraction et d'extension réversibles ou non de la structure (température, retrait...).

2.1.2.2 - Composante transversale

Elle apparaît dans le cas d'ouvrages courbes ou biais et elle est la conséquence d'une déformation particulière du tablier (sous l'action de la température surtout) et de l'effet du trafic (force centrifuge et freinage).

Dans le cas de grands ponts suspendus ou à haubans l'action du vent peut être sensible dans la valeur de cette composante.

2.1.2.3 - Composante verticale

Sa valeur, bien que faible, n'est pas négligeable. Elle résulte de mouvements de rotation d'about et de tassement élastique des appareils d'appui en élastomère.

2.1.3 - **D**étermination du souffle

2.1.3.1 - Les textes de référence

Il s'agit des textes comportant des éléments prescriptifs ou indicatifs pour calculer le souffle.

a) Le Fascicule 61 du CPC: conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art.

- Titre II: programme de charges et épreuves des ponts routes (Circulaire n°71-155 du 29 Décembre 1971, réédition 1981). Ce texte précise les charges à considérer, les effets du freinage et les forces centrifuges.

- Titre V: conception et calcul des ponts et constructions métalliques en acier (Décret n°79-923 du 16 octobre 1979).

b) Le Fascicule 62 du CCTG, Titre I

- Section 1: **Les Règles Techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites** dit **Règles BAEL 83** (Décret n°83-905 du 7.10.83).

Les parties utiles à la détermination du souffle d'un joint sont:

- . Chapitre A.3: Les actions à considérer
- . Annexe D2: Les combinaisons d'actions

- Section 2: **Les Règles Techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton précontraint suivant la méthode des états limites** dit **Règles BPEL 83** (Décret n°83-905 du 7.10.83).

Les éléments nécessaires à la détermination du souffle du joint sont:

- . Article 2.1,51: retrait,
- . Article 2.1,52: Fluage,
- . Article 2.1,7: Coefficient de dilatation thermique,
- . Article 4.1: Actions,
- . Annexe 8, §3: retrait et §4: Fluage,
- . Annexe 5: Cas des ouvrages en béton de granulats légers,
- . Annexe 8: Règles transitoires relatives à la définition des valeurs représentatives des actions et des combinaisons d'actions dans les cas courants.

c) Règlement de calcul des ponts mixtes acier/béton (Cirulaire n°81-63 du 28.7.81).

2.1.3.2 - Les actions à prendre en compte et les déformations résultantes

2.1.3.2.1 - La température climatique

Ce sont ces effets qui constituent la part la plus importante du souffle.

1) Les paramètres à prendre en compte.

La variation de longueur en fonction de la température moyenne d'une structure sans contrainte résulte de l'expression :

$$\Delta l = l \cdot \lambda \cdot \Delta T \quad \text{où}$$

Δl : est la modification de la longueur,
 l : la longueur dilatable,
 λ : le coefficient de dilatation,
et ΔT : la différence de température, en degrés Celsius.

L'appréciation de la valeur de l'un des paramètres, ici Δl , va dépendre de la précision avec laquelle on connaîtra les autres paramètres.

2) La longueur dilatable

Elle est connue avec précision, en général, mais on n'oubliera pas que la répartition du déplacement total auquel l'analyse aura conduit ne se fera pas obligatoirement d'une façon aussi idéale que prévue. L'expérience a en effet montré que la notion "d'appui fixe" ou de "point de dilatation nulle" n'avait qu'un caractère relatif et que à la suite de phénomènes parasites : rigidité des piles, nature des appareils d'appui, blocage du joint, ... une répartition théoriquement symétrique pouvait se faire jusque dans le rapport 1/3 - 2/3.

A l'opposé le projeteur peut choisir, dans une certaine mesure, la longueur dilatable à prendre en compte au droit d'un joint par un choix judicieux des appareils d'appui (cf § 2.1.333 ci-après).

3) Le coefficient de dilatation.

Le coefficient de dilatation couramment admis pour le béton armé est 10^{-5} (Règles BAEL, Art.3.1,33 commentaires et Règles BPEL, Art. 2.1,7 commentaires).

En réalité ce coefficient de dilatation est le reflet de celui des granulats utilisés pour le béton de la structure: aussi sa valeur peut varier de 0,8 à $1,2 \cdot 10^{-5}$ (Règles BPEL, Art.2.1,7 commentaires).

D'une série de mesures effectués sur ouvrages en région parisienne entre 1966 et 1969 il ressort que la valeur du coefficient de dilatation variait effectivement entre 0,6 et $1,3 \cdot 10^{-5}$. Cependant les valeurs les plus basses paraissent avoir été perturbées par l'effet du retrait et une valeur du coefficient de dilatation entre $1 \cdot 10^{-5}$ et $1,2 \cdot 10^{-5}$ paraît raisonnable en région parisienne.

Une autre étude menée de fin 1972 à Avril 1974 sur le pont d'Oissel (A13) a conclu à une valeur moyenne du coefficient de dilatation du béton de $1,15 \cdot 10^{-5}$ (voir Bulletin de Liaison n°88 Mars-Avril 1977). On notera que cette intéressante étude donne aussi des éléments d'appréciation relatifs à la température moyenne d'un ouvrage en fonction de la température extérieure (voir Annexe 3).

Pour les ouvrages entièrement métallique la valeur conseillée par les textes (F61 titre V, art 2.3) est $1,1 \cdot 10^{-5}$.

4) L'écart de température.

4.1) Généralités

L'écart de température est la variable principale pour déterminer la variation de longueur de l'ouvrage. Cet écart est fonction de nombreux paramètres comme : la latitude, l'altitude, la zone géographique, l'environnement du site, etc...

Le projeteur a le choix entre deux options: l'une règlementaire qui donne des écarts importants pouvant conduire à surdimensionner un joint, l'autre à base de relevés météo plus proche de la réalité.

4.2) Les textes règlementaires

A défaut de justifications précises les textes proposent (C79-.25 du 13.3.79, art 4.2.4 commentaires et Règles BAEL 83, art A.3.1,33) des variations de températures de $+30^{\circ}\text{C}$ à -40°C , en supposant une température initiale à l'origine de la construction comprise entre $+5/+8^{\circ}$ et $+14/+15^{\circ}\text{C}$ et un coefficient de dilatation forfaitaire du béton armé de $1 \cdot 10^{-5}$.

En d'autre terme la plage de température s'étale de $-27^{\circ}/-30^{\circ}\text{C}$ à $+38^{\circ}/+47^{\circ}\text{C}$.

Une partie de cette amplitude de variation de 70° correspond à des variations rapides de $\pm 10^{\circ}$ (cf BAEL Art A.3.1,33). L'autre partie, soit $70^{\circ} - 20^{\circ} = 50^{\circ}$, correspond à des **variations très lentes** de la température de l'air au cours des saisons, voire des années. Cette action de très longue durée est assimilée à une action permanente et l'inertie thermique a un rôle négligeable.

Ces valeurs règlementaires peuvent servir de base mais il semble que les variations de températures constatées et qui peuvent influencer sur le dimensionnement du soufflé d'un joint soient moins élevées, surtout pour certaines régions de la France. Ainsi une étude, anglaise*, a montré que la variation de la température moyenne mesurée dans un pont en béton était de 6°C inférieure à celle de la température à l'ombre mesurée pendant la même période au même endroit. D'autres études menées au LCPC (en particulier celle du pont d'Oissel citée au §c) semblent confirmer cette tendance.**

En outre il semble possible de mieux cerner la température de l'ouvrage au moment du calage d'un joint posé après tapis. Voir Annexe 3.

*"Effets de la température dans les ponts" dans Highways design and construction, de Mary Emerson, Juillet 1972. Traduction disponible. Le "Road Research Laboratory", a, depuis, effectué d'autres études.

**qui serait peut être différent dans le cas des ponts métalliques.

Ce serait différent pour un joint sans possibilité de réglage à la pose ou posé ou calé en même temps que la structure (ce qui est un avantage des joints posés après revêtement). D'où l'intérêt de la connaissance particulière de la variation de la température sur le site. D'autre part un joint un peu trop ouvert par une température extrême hivernale, tout au moins pour certains joints lourds, ne souffrira pas beaucoup et ne perturbera pas le fonctionnement de la structure.

C'est pourquoi nous conseillons, pour la détermination de la valeur du souffle du joint, de prendre en considération les valeurs météo.

4.3) Les relevés météo

Dans ce but des relevés de la Météorologie Nationale ont été exploités et sont présentés sous forme de deux cartes.

a) La **première carte** (en Annexe 1 au présent document) donne un certain nombre de valeurs détaillées.

Celles-ci sont extraites du document de la Direction de la Météorologie : "Normales climatologiques 1951-1980, données et statistiques". (Ce document peut être consulté au DOA du SETRA). Les relevés s'étalent donc sur trente années, ce qui leur donne une représentativité satisfaisante pour ce qui nous concerne, et ont été faits sur 117 stations, mal réparties sur le territoire malheureusement pour notre objectif.

Les valeurs retenues sont les suivantes :

.Tmm : Température moyenne minimale. C'est la valeur la plus faible (en général en Janvier, parfois en Février) de la moyenne mensuelle de la température minimale quotidienne sous abri.

.TmM : Température moyenne maximale. C'est la valeur la plus élevée (en principe en Juillet ou en Août) de la moyenne mensuelle de la température maximale quotidienne sous abri.

.Tm et TM : Les températures minimale et maximale quotidienne observées sur la période 1951-1980.

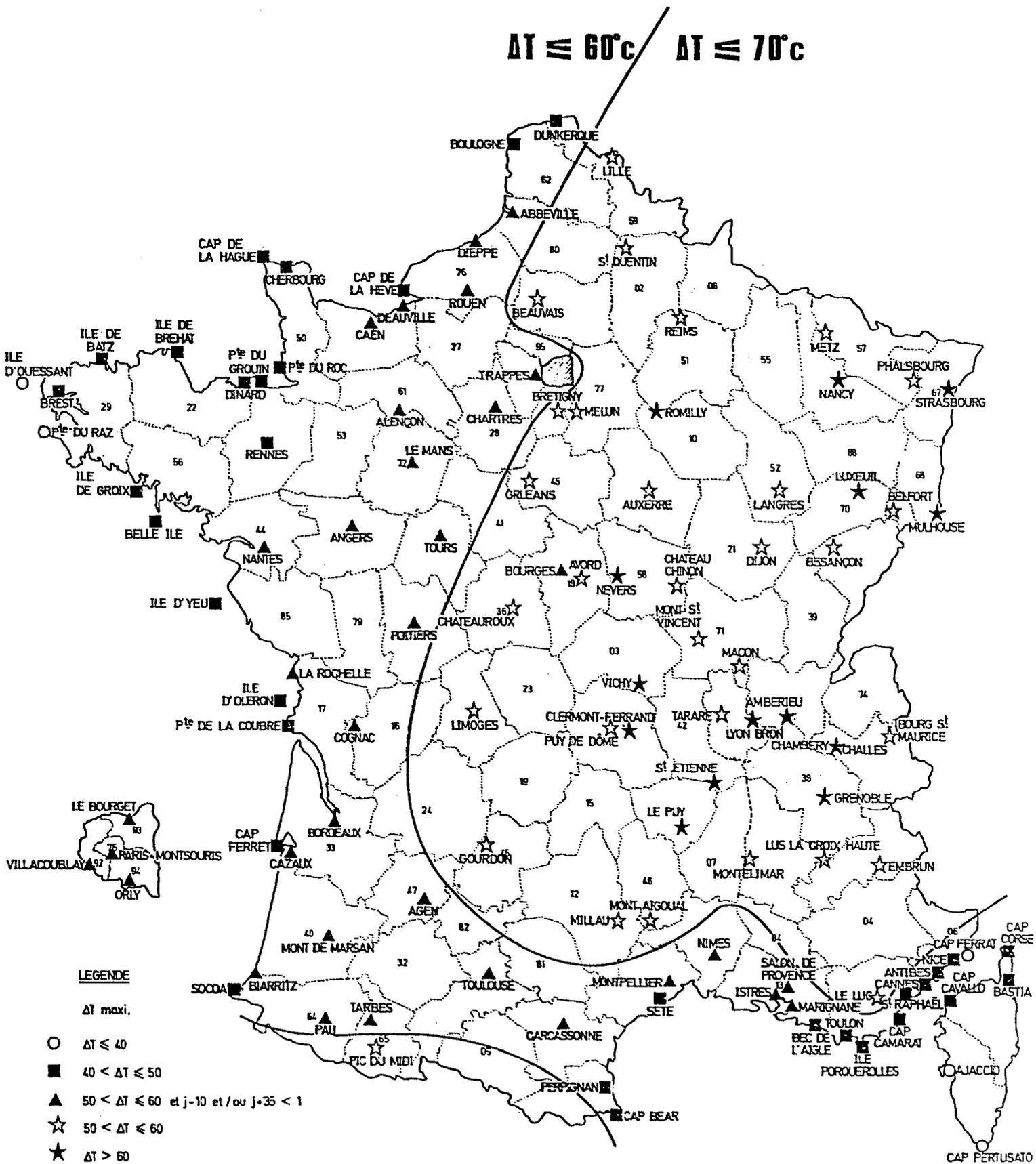
.J-10 et J-5 : Cumuls mensuels du nombre de jours avec une température moyenne minimale quotidienne inférieure ou égale à, respectivement, -10°C et -5°C .

.J+30 et J+35 : Cumuls mensuels du nombre de jour avec une température moyenne maximale quotidienne supérieure ou égale à, respectivement, $+30^{\circ}\text{C}$ et 35°C .

Les observations suivantes sont à faire sur les données présentées.

- Les stations sont très inégalement réparties sur le territoire. Ceci fait que certain site, éloigné d'une station, devra faire l'objet d'un recalage, si possible avec des relevés locaux. En effet l'implantation des stations peut l'être pour des raisons météorologiques non représentatives des conditions de l'environnement d'un pont (aéroport, base astronomique, station d'altitude...).

CARTE DES ECARTS ENTRE LES TEMPERATURES MINIMALES ET MAXIMALES



- Les relevés sont faits sous abri ce qui annule l'effet du vent pour les températures minimales et l'ensoleillement pour les températures maximales ;

- L'effet "durée" qui peut jouer par l'inertie thermique d'un ouvrage n'a pu être exploité que sous la forme J-10, J-5, J+30 et J+35. Les relevés fournis n'autorisent pas une meilleure précision.

Nous conseillons donc une exploitation prudente de cette carte en n'omettant pas de replacer l'ouvrage dans son site et de prendre les marges de sécurité qui s'imposent.

b) La **seconde carte** qui fait l'objet de la page ci-contre est une synthèse de la carte précédente. Pour chaque station, la valeur de la variation maximale de la température a été calculée : $T_{max} = T_M - T_m$. Il a été ainsi possible, schématiquement, de tracer une ligne séparant la France en deux zones :

- une zone Ouest et Sud où, à l'exception des zones montagneuses, l'influence océanique et méditerranéenne est prédominante et où on peut retenir un T_{max} compris entre 40 et 60°C.

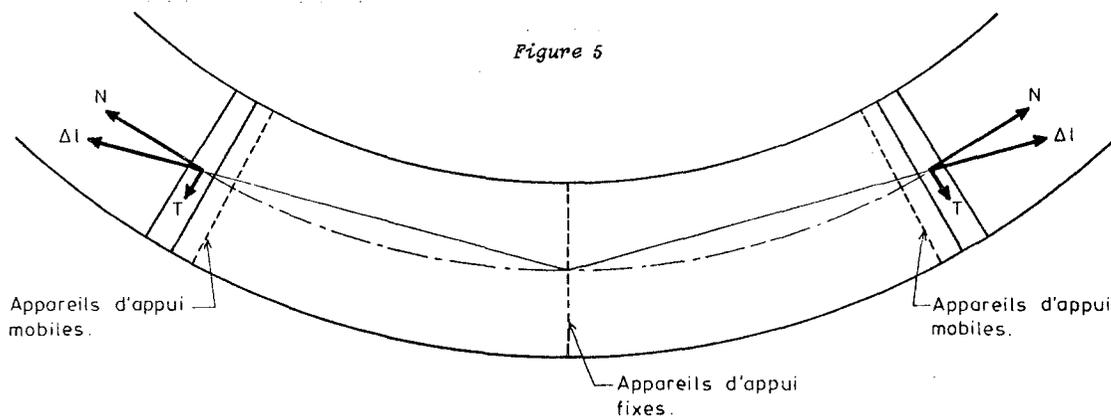
- une zone Est plus continentale où la valeur de ΔT_{max} devra être prise entre 60 et 70°C.

c) Utilisation de ces relevés.

La carte de synthèse est destinée à un prédimensionnement rapide du souffle du joint de chaussée. L'autre carte, accompagnée, si besoin est, de relevés locaux, doit aider à préciser le choix dans une gamme quand on est à la limite entre deux modèles, et, éventuellement, à déterminer la valeur de l'ouverture du joint à la pose.

5) La forme de l'ouvrage

Si l'ouvrage est **courbe** la valeur de Δl est fonction du rayon de courbure, de même que la direction du déplacement qui n'est pas obligatoirement suivant une tangente à la courbe de l'ouvrage (voir fig.5), sauf si les culées de l'ouvrage comportent des butées de limitation de déplacement transversal.



En outre la longueur dilatable à prendre en compte n'est pas la longueur développée courbe, mais une longueur nettement inférieure.

Figure 6

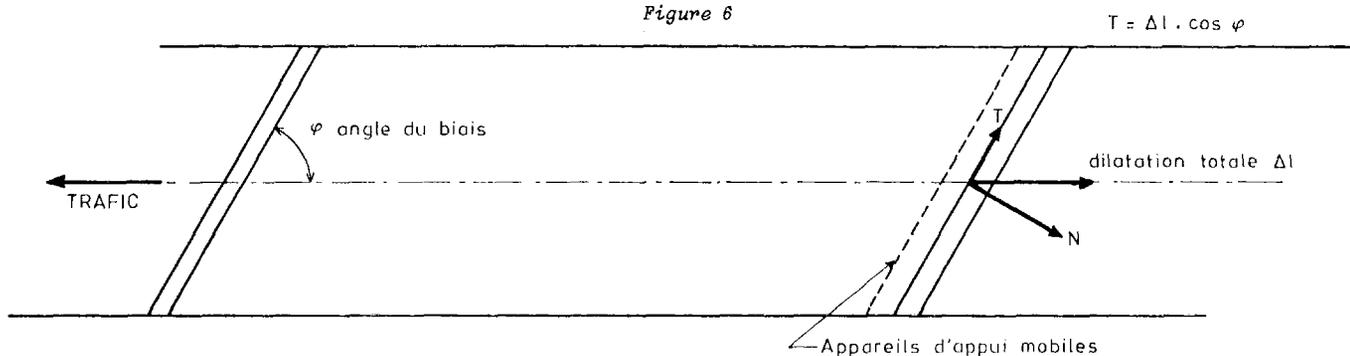


Figure 7
La détermination du soufflé et des directions de déplacements ne sont pas évidentes pour cette passerelle "colimaçon".

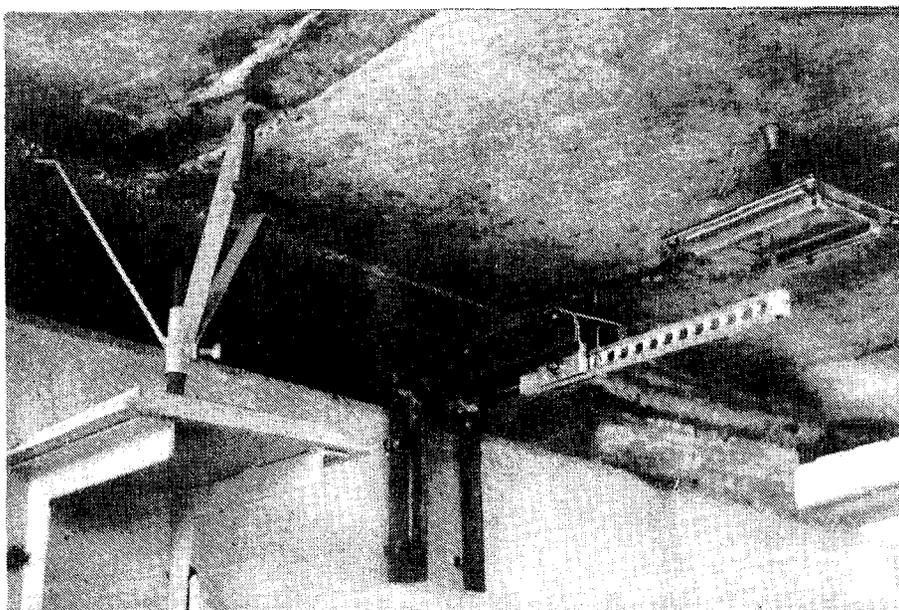


Figure 8
Il peut être intéressant de prévoir la mise en place de dispositif de mesure de l'ouverture du joint et de la direction du déplacement. La photo ci-dessus présente une solution possible. (Les plans sont disponibles auprès des gestionnaires du document).

Pour les ouvrages **biais**, la valeur de Δl est la résultante de deux composantes du mouvement: suivant une perpendiculaire à l'axe du joint et suivant une parallèle au joint (fig 6).

Dans les cas complexes où la valeur de la dilatation et sa direction paraissent difficiles à appréhender avec suffisamment de précision par le calcul (cas de la fig 7) on peut envisager de mettre en place des enregistreurs du type de celui présenté sur la fig 8.

2.1.3.2.2 - Déformations différées du béton: Retrait/Fluage

1) Généralités

L'appréciation de ces déformations conduit à prendre en considération des paramètres liés à l'ouvrage, à son mode de construction et à son environnement.

Les valeurs du retrait et du fluage au moment de la pose et du calage du joint sont assez variables et peuvent être parfois entachées d'une imprécision qui amène à conseiller de prendre une certaine sécurité.

Ces déformations ne concernent pas les ouvrages entièrement métalliques.

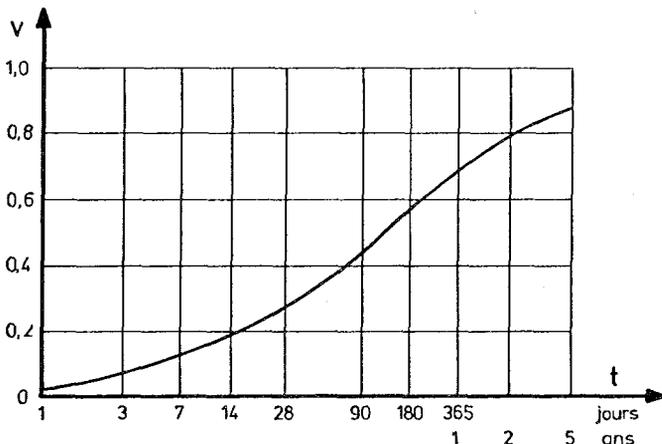
2) Le retrait

Voir Règles BAEL 83, Art A.2.1,22 et Règles BPEL 83, Art 2.1,51 et Annexe 1, § 3.

Le retrait final est fonction d'un certain nombre de paramètres qui sont :

- l'age du béton,
- la composition du béton sous la forme du rapport $\frac{E}{C}$,
- les conditions climatiques,
- l'épaisseur fictive de la pièce,
- etc.

C'est toujours un **raccourcissement** dont la valeur unitaire moyenne est 3.10^{-4} pour le sud-est de la France et 2.10^{-4} pour le reste, à défaut de résultats expérimentaux. Valeur minimale: 0.



$$V = \frac{\text{Retrait à l'instant } t_n}{\text{retrait à l'infini.}}$$

Figure 9

3) Le fluage

Voir Règles BAEL 83, Art A.2.1,22 et Règles BPEL 83, Art 2.1,52 et Annexe 1, §4.

A titre de simple illustration de l'évolution du retrait en fonction du temps, en supposant des conditions climatiques constantes, la fig 9 exprime l'allure de cette variation.

Le fluage désigne les déformations différées du béton sous l'action des contraintes qui lui sont appliquées et qui proviennent essentiellement des charges permanentes et de la précontrainte.

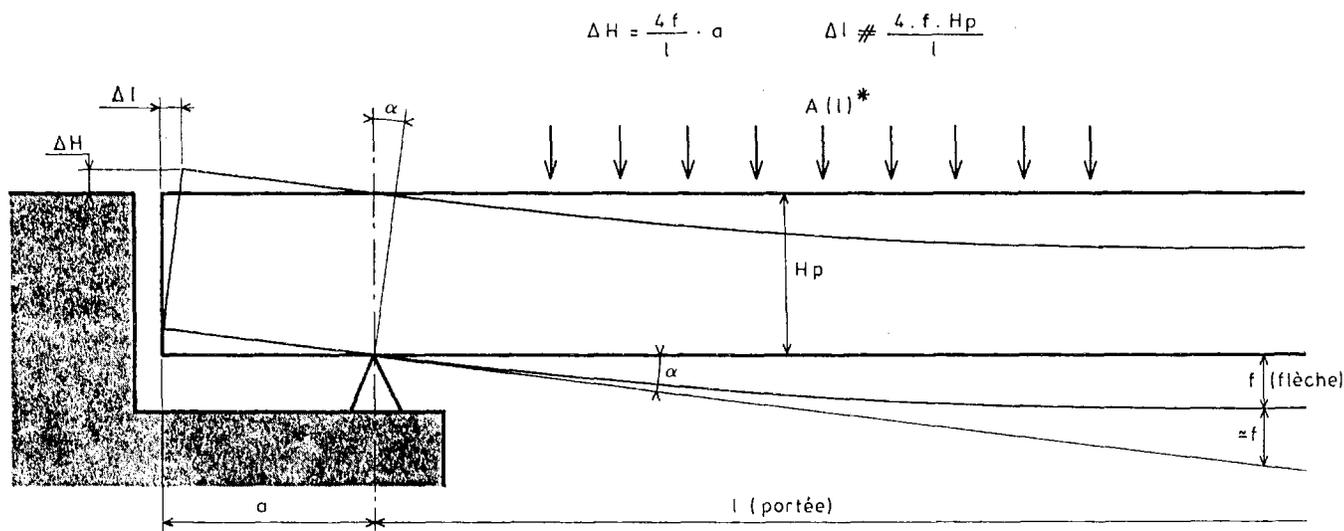
C'est toujours un **raccourcissement** de la forme $\epsilon_{fl} = \frac{\sigma}{E_{vj}}$ où E_{vj} est le module de déformation longitudinal du béton à long terme.
Valeur minimale: 0.

2.1.3.2.3 - Action des charges d'exploitation: Q_r

Elles engendrent:

a) des **mouvements verticaux** par des **rotations d'about** surtout pour les ouvrages comportant une distance notable entre l'about de la structure et la ligne d'appui. Fig 10.

Nous avons ainsi mesuré sur un ouvrage métallique (430 m de long, cinq travées continues de 61.91.121.91.61m) dont la travée adjacente au joint était chargée par A(1) un soulèvement de 10 mm à l'extrémité des dents d'un joint FT 250.



* Si c'est le cas de charge prépondérante.

Figure 10

b) des **mouvements horizontaux**

- sous l'effet du freinage

Les valeurs à prendre en compte dans l'effort de freinage sont

celles résultant de l'application du F61, Titre II, Art 6.

Les déplacements du tablier peuvent être sensibles et sont fonction de la répartition des appareils d'appui, de la nature de ceux-ci, de leur distorsion, de la flexibilité des piles, etc.

- par des rotations des sections d'about. L'augmentation de l'ouverture du joint est fonction de la flexibilité de la structure, de la portée et de la hauteur entre l'appareil d'appui et le joint (fig 10).

D'une façon générale, sauf cas particulier de certains ponts comportant une hauteur de poutre importante, les valeurs correspondantes restent faibles et le plus souvent négligeables.*

2.1.3.3 - Incidences d'autres actions

Ces autres actions n'interviennent que dans des cas particuliers mais il convient de les connaître pour ne pas les omettre sous peine de choisir un modèle de joint inadapté.

1) Composante transversale

Pour les ouvrages courbes ou biais ou très larges, le mouvement transversal peut ne pas être négligeable et un écart de température entraîne un déplacement transversal relatif des maçonneries en regard. (voir la fig 5 et le cas de la fig 11).

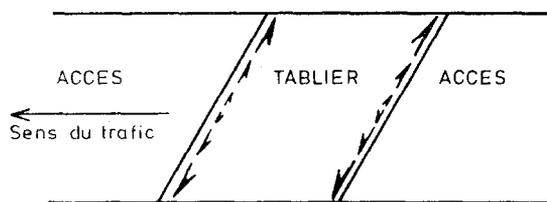


Figure 11

La longueur des flèches est proportionnelle à la grandeur du mouvement.

2) Composante verticale dans le cas d'ouvrages en pente

Les appareils d'appui sont, en principe, horizontaux et un déplacement longitudinal a alors comme résultat une modification de l'altitude relative des éléments en vis à vis du joint. La conception de celui-ci devra en tenir compte**. Fig 12.

* Voir, par exemple, une étude Italienne: "Mesure du jeu des ouvrages d'art à l'emplacement des joints de dilatation" par Aghilone, Camomilla et Frediani (parue dans Autostrade n°3 de Mars 1975, p.14 à 20, traduction du Service Central de Documentation des Ponts et Chaussées, n°A75-33 disponible au SETRA).

** C'est le cas du joint FT 400 aux extrémités du pont à haubans de St Nazaire.

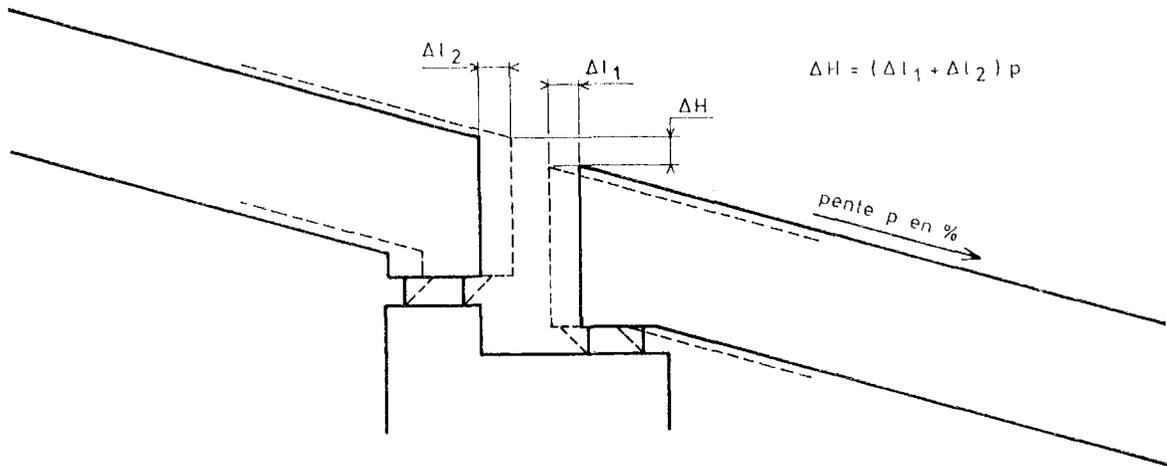


Figure 12

3) Répartition des appareils d'appui

Il est possible d'équiper une ligne d'appareil d'appui par une section rétrécie de béton. Au niveau de la chaussée, les mouvements dus à la rotation sous charge sont insignifiants pour les ouvrages courants

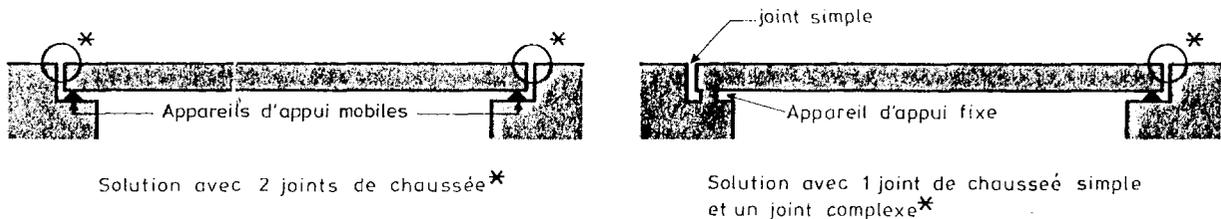


Figure 13

et on peut espérer que ces mouvements seront absorbés par le matériau quelque peu plastique constituant le béton bitumineux du tapis. L'équipement en joint de chaussée peut alors être réduit au minimum. Fig 13.

Le choix du point fixe dépend du contexte local de l'ouvrage. A priori, on choisira en général celui situé sous la voie poids lourd et du côté amont du tablier par rapport au trafic (dans le cas de trafic unidirectionnel) de façon à transmettre plus directement les efforts de freinage les plus importants.

L'économie réalisée peut être intéressante à condition que cette introduction d'une hétérogénéité dans les appareils d'appui, qui modifie la répartition de la reprise des efforts horizontaux (freinage notamment) par les divers appuis, n'entraîne pas des suppléments dans le dimensionnement des appuis (ferraillage, voire nombre de pieux) qui annulent et peuvent même dépasser l'économie apportée par le changement du type du joint.

Chaque cas particulier mérite donc une étude, mais disons que pour éviter des calculs inutiles, seuls sont sérieusement envisageables actuellement, pour faire l'économie d'un joint, les tabliers portant une chaussée unidirectionnelle à trafic important et constitués par une travée coulée en place.

En cas d'équivalence des coûts on donnera cependant la préférence à la solution utilisant une "articulation en béton", car l'absence de joint au niveau de la chaussée améliorera les conditions de roulement, les rechargements du tapis seront plus faciles à réaliser et les ennuis d'entretien des joints "mécaniques" seront alors supprimés.

C'est dans ce même esprit qu'ont été réalisés les attelages des travées des ouvrages préfabriqués type VIPP : voir l'article 8.4 qui traite de cette question.

Voir aussi l'exemple de l'ouvrage de la Fig 14.

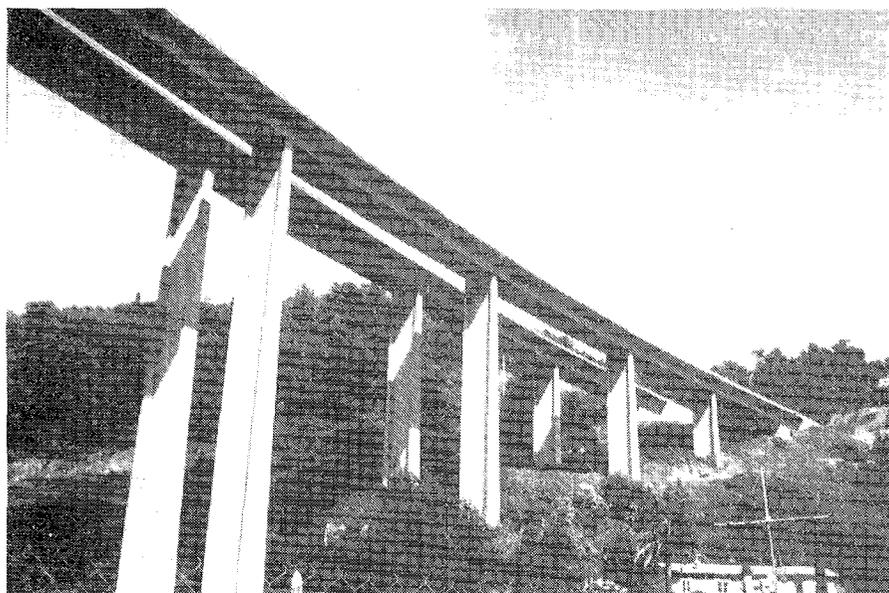


Figure 14
Pour des raisons de tenue aux séismes le tablier de cet ouvrage est encastré sur les piles et n'il y a qu'un joint au milieu. Ce choix, bien que dicté par des raisons autres que la suppression d'un joint, donne un bon exemple de ce que l'on peut envisager.

4) Mouvements anormaux de la structure

Parmi eux on rencontre les **rotations de dalle de transition ou de culée**. Les valeurs de ces mouvements peuvent être importantes mais le problème est plus du niveau de l'origine du mouvement que de celui du joint de chaussée.

Outre le **tassement des appareils d'appui**, dont la valeur ne

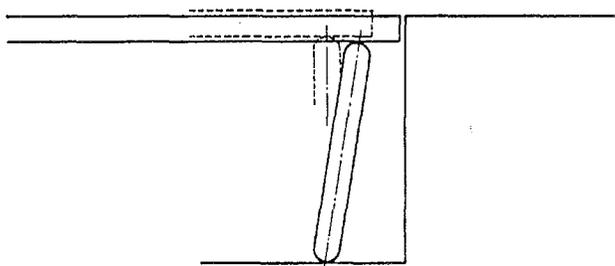


Figure 15

gène pas, en principe le joint, il y a les mouvements résultants de certains **appareils d'appui particuliers**: bielles inclinées (fig 15), pont à béquille, etc.

Enfin des conditions particulières du comportement du sous-sol dans les zones d'**affaissements miniers**. Dans ce domaine on consultera les documents spécialisés. En particulier un rapport du C.E.T.E. de l'Est (voir ce C.E.T.E.).

2.1.3.4 - Actions accidentelles: Q_a

Des déplacements latéraux de tabliers de pont ont été observés sous l'action d'un choc d'un véhicule de 12t sur des barrières normales de sécurité, ainsi que des heurts de véhicules hors gabarit.

2.1.4 - **Combinaison d'actions**

2.1.4.1 - Actions permanentes ou assimilées

Deux cas sont à examiner sous les actions permanentes de la température climatique uniforme:

- G_{min} le raccourcissement thermique de longue durée auquel s'ajoute les effets du retrait et du fluage probables à long terme et, éventuellement, les déplacements d'appui de même signe;

- G_{max} la dilatation thermique de longue durée et, éventuellement, les déplacements d'appui, les effets du retrait et du fluage étant minimaux, c'est-à-dire supposés nuls.

NOTA IMPORTANT : Seules les variations linéaires uniformes des actions permanentes ont été considérées. Elles sont en général prépondérantes par rapport aux effets des rotations des appareils d'appui.

2.1.4.2 - Actions variables

Action des charges d'exploitation routière: Q_r

Actions accidentelles: Q_a

2.1.4.3 - Combinaison d'action

Pour déterminer le souffre d'un joint de chaussée on étudie les deux cas de déformations suivants à:

- l'Etat Limite de Service, les combinaisons fréquentes sont:

$$G_{min} + 0,5.0,3 T + Q_r \quad \text{et} \quad G_{max} + 0,3 T + Q_r$$

Au moment du choix du modèle de joint on examinera les conséquences sur celui-ci des actions accidentelles et à

- l'Etat Limite Ultime, Les combinaisons fondamentales sont:

$$\gamma_G G_{min} + \gamma_T . 0,5.0,3 T + 1,5 Q_r \quad \text{et} \quad \gamma_G G_{max} + \gamma_T . 0,3 T + 1,5 Q_r$$

T est l'action de la température correspondant à la variation journalière, soit 20°. L'autre partie de la variation thermique (50°, cf §4.2) est incluse dans G_{min} et G_{max} . Le coefficient de 0,3 tient compte de l'inertie thermique des ponts en béton.

Pour les combinaisons accidentelles Q_r est remplacé par Q_a . Les coefficients γ_G et γ_T englobent les **incertitudes** liées aux actions respectives qui sont inconnues. Cependant pour l'action de la température de longue durée les valeurs estimées de -25° et de +25° peuvent être remplacées par les températures extrêmes enregistrées par la station météo la

plus proche du site sur une durée de 30 ans. Dans ces conditions les valeurs couramment admises pour γ_G et γ_T de 1,35 semblent suffisantes.

Les actions G_{\min} et G_{\max} ne sont jamais concomitantes et correspondent aux conditions climatiques extrêmes.

2.1.5 - Conclusions

L'examen de ces différentes actions doit conduire à la détermination du souffle du joint. La figure 16 résume les principaux éléments à considérer.

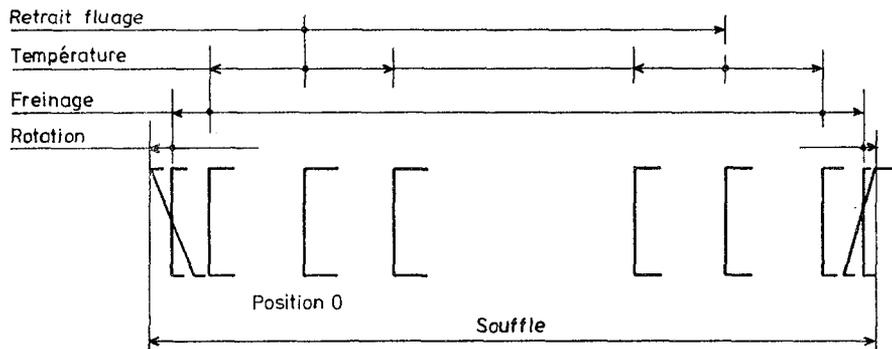


Figure 16

Valeur du déplacement transversal
Valeur du déplacement vertical

2.2 - Le trafic

Le dispositif doit être adapté, de par sa conception, à la fréquence des mouvements et aux efforts qu'il subit.

En premier lieu il est nécessaire que les éléments du joint directement soumis à l'action du trafic satisfassent aux prescriptions du C.C.T.G : F61, titre II, sur les points suivants :

a) article 5 - Systèmes de charges B,

. § 5.2.1 système Bc, représenté par un essieu de 12 t comportant une roue dont l'impact est 0,25 x 0,25 m.*

. § 5.5 , cette roue reçoit une majoration dynamique.

b) article 6 - Efforts de freinage,

c) article 7 - Forces centrifuges.

Cependant la satisfaction à ces règles, si elle est une condition nécessaire, ne semble pas devoir être suffisante pour ce type d'équipement très particulier. D'autant qu'en l'état actuel de nos connaissances nous manquons d'éléments précisant les sollicitations réellement subies par

* Cette charge est affectée réglementairement (BAEL 83, Annexe D, §1,1 et BPEL 83, Annexe 8, §2.2.2) d'un coefficient de 1,2.

le joint. Ainsi la fréquence des passages joue un rôle primordial par l'effet de fatigue qu'il provoque.

Ceci amène à proposer une définition du domaine d'emploi par rapport au trafic sur la base des classes de trafic définies par le **Catalogue 1977 des Structures Types de Chaussées** *. Ces classes sont définies dans la notice d'utilisation de ce catalogue, ch.B: détermination de la classe de Trafic T_i .

"Cette classe est déterminée à partir du Trafic Poids Lourds Journalier Moyen (PL-MJA) de la voie la plus chargée de la chaussée pendant l'année de mise en service et dans les hypothèses suivantes :

- les poids lourds sont définis comme les véhicules de charge utile supérieure ou égale à 5 tonnes,

- le taux de croissance géométrique annuel est de 7%,

Les classes de Trafic T_i sont définies de la manière suivante:

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
50 T_3 150 T_2 300 T_1 750 T_0 2000"

Au-dessus de 250, les autoroutes, leurs bretelles, les voies rapides, les routes nationales et certains chemins départementaux importants sont concernés.

En deçà il s'agit de tous les autres CD et les voiries locales.

Le trafic doit être celui prévisible durant les 5 premières années d'exploitation: les joints doivent être des équipements durables à moyen et long terme, mais non nécessairement à très long terme.

C'est sur la base de ces classes de trafic que sont testés les modèles et qu'est préparé l'Avis de l'Administration (chIII de l'Avis Technique).

L'ancienne terminologie a été supprimée car:

- cela a permis une simplification en évitant la multiplication des sigles et des modèles,

- peu de modèles semi-lourd étaient satisfaisants, et les modèles de joint léger étaient en nombre insuffisant,

- le domaine d'emploi des joints semi-lourd et léger de l'ancien dossier était trop imprécis avec des cas de double emploi.

Le problème que pourrait poser le **trafic de chantier** n'est pas évoqué car la solution qui s'avère la plus sage, la plus économique et la plus sûre est de l'éviter en reportant la pose du joint après l'achèvement des gros trafics de chantier et en particulier après la mise en oeuvre des couches de chaussée. C'est celle que nous conseillons afin d'éviter les réparations consécutives à des accidents dus aux chenilles, aux lames des engins, etc. Fig 17.1.

* Document publié par le SETRA, Division Chaussée et Terrassement.



Figure 17.1
Désordres sur un
joint pendant la pha-
se du chantier.

2.3 - L'étanchéité de l'ouvrage

La disposition qui consiste à munir les ouvrages d'art d'une étanchéité que l'on suppose efficace a trois incidences sur les joints.



- la continuité de l'étanchéité de l'ouvrage au ras du joint,
- l'étanchéité dans le vide du joint,
- la continuité de l'étanchéité dans le caniveau et dans la bordure de trottoir.

Ces points sont sommairement décrits dans ce qui suit et font l'objet de longs développements dans d'autres chapitres de ce document.

2.3.1 - Continuité de l'étanchéité au ras du joint

Lorsque l'étanchéité générale de l'ouvrage n'est pas constituée par une étanchéité du type film mince adhérent au support (résine brai polyuréthane par ex.) mais est en asphalte ou en feuille de bitume armé préfabriquée, il est indispensable que des dispositifs appropriés et efficaces soient réalisés sur tous les bords de l'étanchéité pour éviter que les eaux de ruissellement ne puissent en aucune façon s'infiltrer sous la chape, où, par cheminement, elles contamineraient tout ou partie du tablier. (Voir fig 59 et STER 81, sous-dossier E chapitre 1, p.25).

La technique classique, c'est-à-dire le "relevé d'étanchéité dans une engravure", n'étant pas possible le long du joint, il a fallu rechercher des dispositifs adaptés à chaque joint et qui permettent de résoudre ce problème.

Les différentes méthodes avec leurs avantages et leurs inconvénients sont décrites et expliquées au § 5.1 du présent document.

Les modèles de joints ne permettant pas un raccord simple et efficace avec l'étanchéité de l'ouvrage sont signalés comme tels dans les Avis Technique. Cela peut aller jusqu'à une impossibilité d'emploi sur un ouvrage ayant une étanchéité non adhérente au support.

2.3.2 - Étanchéité dans le vide du joint.

Les modèles de joints proposés comportent une "étanchéité à l'eau" variable. La plupart des joints sous revêtement ne laissent traverser qu'une faible partie des eaux de ruissellement et dans la majorité des cas, notamment en rase campagne, un simple drainage de la surface de l'appui sous-jacent donne une solution satisfaisante (voir disposition type dans le document "Evacuation des Eaux" en cours d'élaboration). Cependant cette solution n'est tolérable qu'en l'absence de salage en hiver et en présence d'une bonne aération entre l'about du tablier et le garde grève.

Dans le cas des joints pour trafic T_0 ou T_1 , certains modèles peuvent être considérés comme étanche à l'eau, pour d'autres modèles il est nécessaire de prévoir un dispositif de recueil des eaux passant à travers le joint.

Pendant longtemps ce dispositif était basé sur l'utilisation d'une bavette en élastomère, munie d'un soufflet et pincée mécaniquement sous les éléments du joint.

Un ajutage est adapté au point bas du soufflet de cette bavette et permet de conduire les eaux vers un emplacement défini d'où l'on pourra les évacuer (fig 69).

Depuis d'autres solutions présentant moins d'inconvénients ont été mises au point, par exemple en utilisant deux bavettes, chacune dépendant de l'une des maçonneries, qui se déversent dans un cheneau fixé sur le garde grève (voir § 5.2.3.2, figure 72).

2.3.3 - Continuité de l'étanchéité au droit du caniveau fil d'eau et de la bordure de trottoir (voir chapitre 6)

Selon que le joint est étanche ou non et selon que l'on est sur autoroute ou sur route, il existe de nombreux cas de figures.

Ainsi sur les autoroutes de rase campagne et les voies rapides, dans la majorité des cas, il est possible de poursuivre le joint de chaussée jusqu'à la corniche (ou la contre corniche) où l'on place un élément de remontée de joint (fig 17.2).

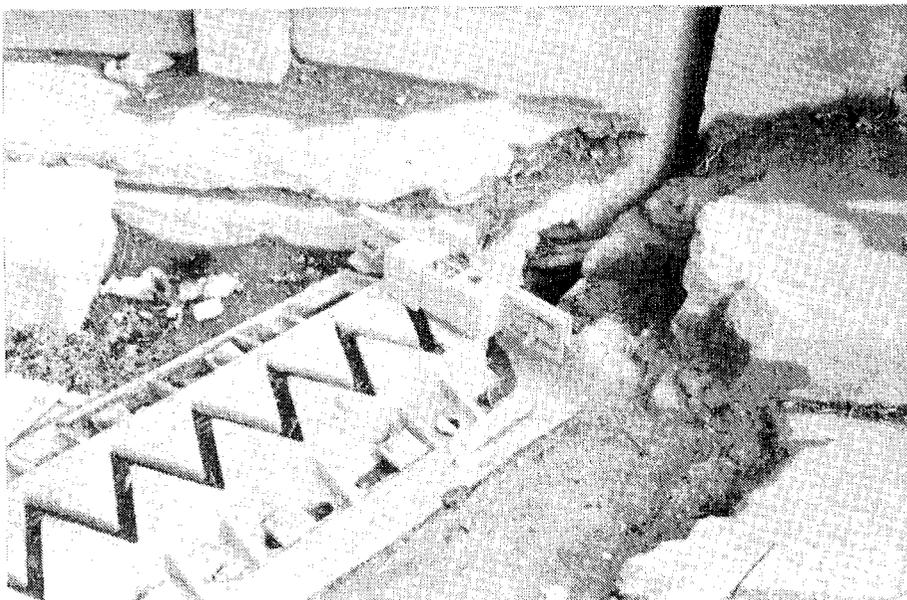


Figure 17.2

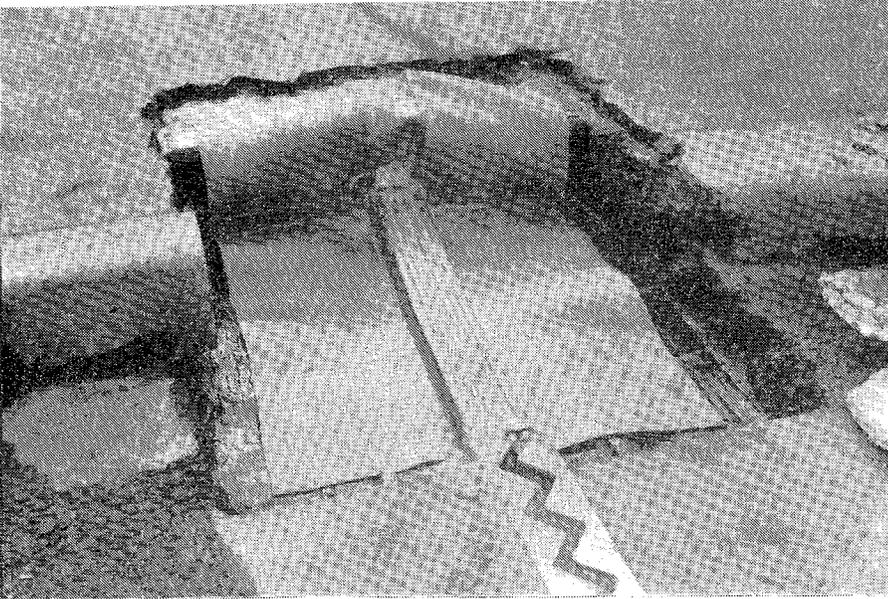


Figure 17.3
Un raccord efficace
du joint à l'étanchéité générale et
une étanchéité parfaite dans le vide
du joint entraîne la
nécessité de dispositions particulières
et de mise en oeuvre
délicate.

Par contre sur route et voirie urbaine, le joint de chaussée s'arrête à la bordure de trottoir et il peut être nécessaire de ménager une "remontée de trottoir".

Les difficultés liées, entre autres, à la géométrie variée et aux exigences diverses ne permettent pas la mise au point de solutions types.

Voir le chapitre 6 sur ce sujet et le chapitre III des Avis Technique.

Dans le cas de joint non totalement étanche, le système de récupération des eaux dans le vide du joint tiendra compte d'un apport d'eau de ruissellement qu'une gargouille située en amont du joint n'aurait pu recueillir en totalité, mais il est anormal, voire dangereux, de considérer ce système comme une gargouille ainsi que le montre la photo de la figure 17.4.

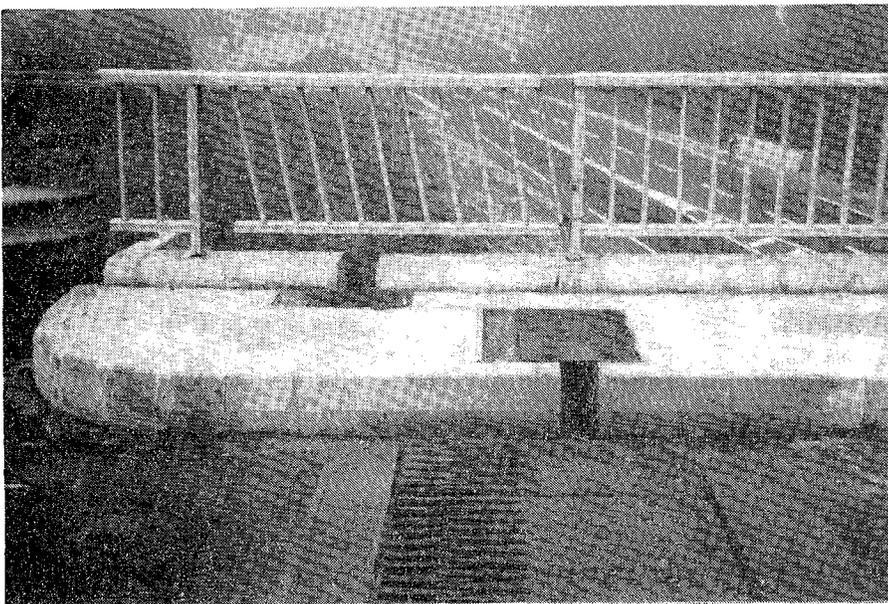


Figure 17.4
A noter, par ailleurs,
que le joint du garde
corps n'a pas fonctionné
correctement.

- à bande, dans laquelle le néoprène armé dans un sens peut se distordre sous un certain effort dans une direction perpendiculaire à la première. Ce sont les systèmes TRANSFLEX (fig.21), WABOFLEX (fig.20) PIREL-LI et similaire.

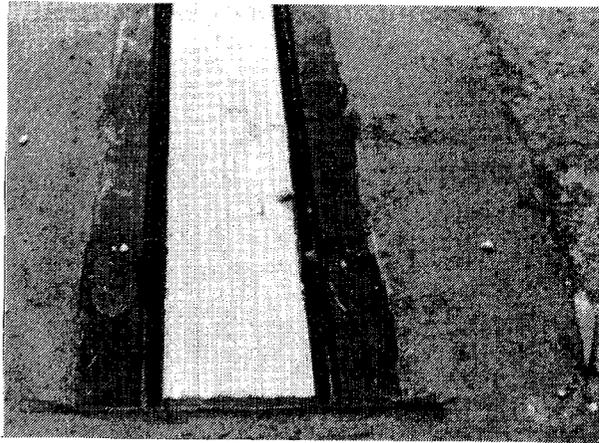


Figure 20

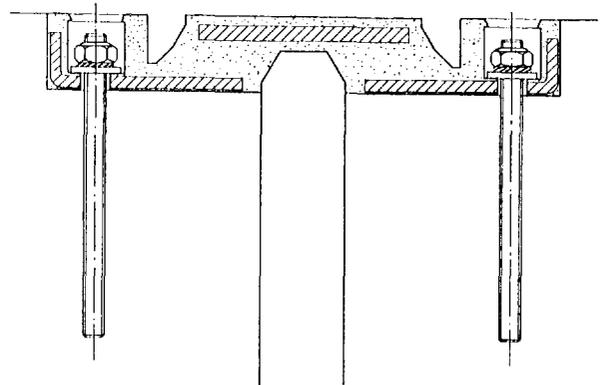


Figure 21

b) Les joints à ponts en porte à faux, à peigne. Le modèle W de CIPEC - IB Morin en est une illustration. Fig.22 et 23.

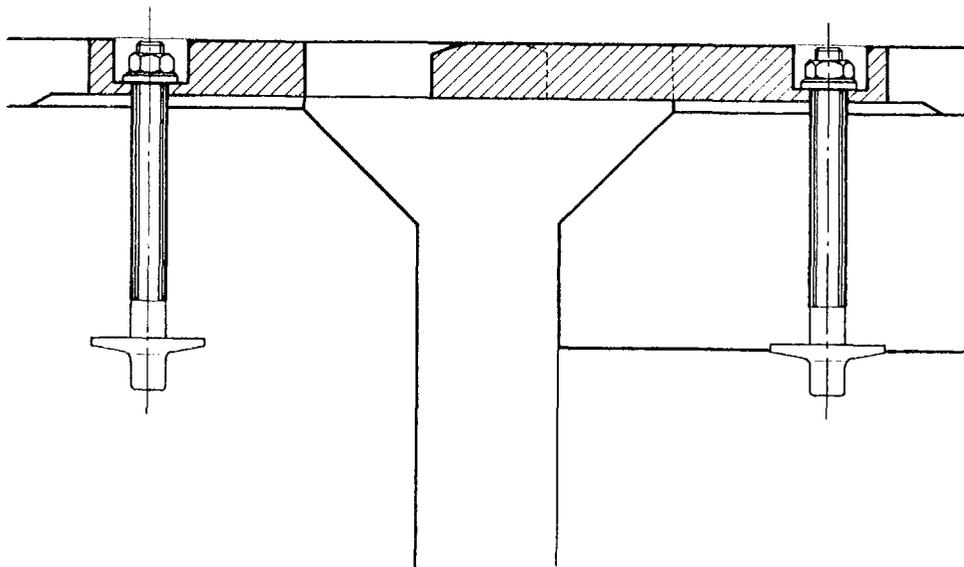


Figure 22

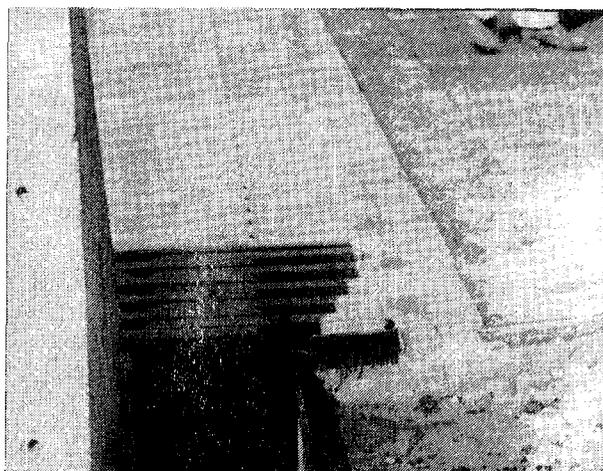


Figure 23

c) **Les joints à lèvres et remplissage du vide par un matériau.** Les lèvres sont en acier (profilé, fonte,..), en alliage d'aluminium, en élastomère, en béton de ciment, en mortier de polymère thermodurcissable (résine époxy par exemple), etc. Le remplissage du vide est assuré par un profilé en élastomère (en caisson, en V, etc.) ou en mousse d'élastomère. Certain modèle, très rare, ne comporte pas de remplissage.

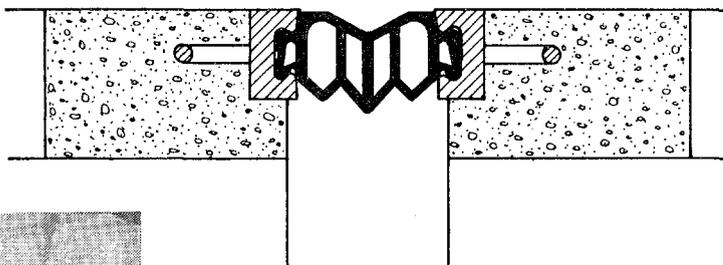


Figure 24

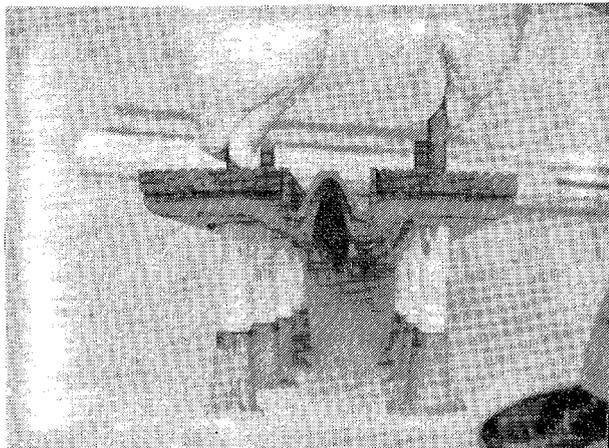


Figure 25

Parmi les très nombreux modèles on peut citer, par exemple, le MONOBLOC de F.I. (fig.24), le WOSD de CIPEC, le D60 de MAURER, le JEP de LUMISILICE (fig.25), etc...

En général le souffle possible est limité par l'importance du hiatus tolérable pour l'usager et par les chocs subis par le joint. Pour augmenter le domaine d'emploi on est alors conduit à multiplier les modules de base (ce qui est le cas du système MAURER par exemple).

A noter que le remplissage n'a qu'un rôle d'étanchéité mais non de support de la roue, sinon ce serait un joint à bande.

d) **Les joints non apparents à revêtement.** Le pontage au-dessus du vide se fait par diverses solutions d'un intérêt secondaire car le domaine d'emploi est surtout limité par les possibilités du revêtement à supporter la compression et surtout la traction. C'est pourquoi on utilise, parfois, au droit du joint, un matériau de chaussée plus performant.

Citons, à titre d'exemple, les anciens joints LEGER 3 (fig. 26) et SEMI-LOURD III, qui sont sous des revêtements de chaussée normaux,

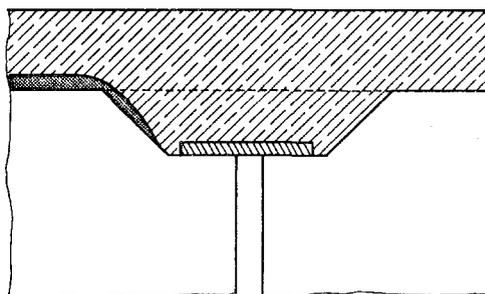


Figure 26

TABLEAU COMPARATIF DES DIFFERENTES FAMILLES DE JOINTS

Qualité examinée Famille de joints	CONFORT à l'usager	ROBUSTESSE			ÉTANCHÉITÉ		ENTRETIEN - Facilité d'entretien - Sécurité en cas de désordres	CAPACITÉ DE SOUFFLE - En cas de mouvements S ^r - Mouvements verticaux*	BIAIS adaptation des mécanismes	BRUIT ET VIBRATION sous réserve d'un bon calage en niveau
		liaisons à la structure	simplicité des mécanismes	-résistance à la fatigue -comportement sous trafic	du joint	liaison à l'étanchéité de l'ouvrage				
à pont	En général très bon surtout avec un peigne, ce qui est très fréquent	Dépend du principe du modèle de joint	En général simple	- Le pont subit de nombreuses sollicitations qui entraînent une fatigue - En général moyen sous trafic T ₀ sauf à renforcer le produit	Nécessite l'ajout d'un dispositif de recueil des eaux	Nécessite des dispositions spéciales	- Facile - Bonne sans plus	- Très bonne - Moyennement satisfaisante	Très bonne sous réserve d'un dessin adapté du joint	Néant sauf ceux comportant des appuis métal/métal
souple en bande	Variable selon la conception de la bande subissant les mouvements du souffle	Dépend du principe du modèle de joint. La "réaction" de poussée/traction oblige à dimensionner la structure en conséquence	En général simple	- Néant - Usure prématurée de la bande	en principe satisfaisante	Nécessite des dispositions spéciales	- Facile - Bonne sans plus	- Tolérance par rapport au souffle nominal faible - Moyennement satisfaisante	Variable mais en général faible et entraîne des réactions de poussée-traction sur la structure	Parfois signalé comme importants
en porte à faux	En général excellent car ces joints ont presque toujours un peigne	Doivent être de très bonne qualité	Simple	- Pas de problèmes - Bonne tenue sous trafic T ₀	Étanche ou nécessite l'ajout d'un dispositif de recueil des eaux	Nécessite des dispositions spéciales	- Facile si le joint a été conçu pour cela - Pas à notre connaissance	- Très bonne - Très bonne à excellente	Très bonne sous réserve d'un dessin adapté du joint	Néant
à lèvres et remplissage entre lèvres par un matériau	Moyen, il est fonction de la distance entre lèvres	Dépend de la technique du modèle mais les chocs des roues obligent à un ancrage de qualité et à renforcer la structure	Pour des souffles importants les mécanismes sont très complexes	- Néant sauf si soudures - Variable et dépend des systèmes, moins bon quand il y a des mécanismes	En principe satisfaisante	Nécessite des dispositions spéciales parfois difficile à mettre en oeuvre	- Parfois extrêmement délicate si le joint comporte des mécanismes - Parfois dangereux	- Tolérance par rapport au souffle nominal faible - Très bonne à excellente	Variable mais en général faible	Le ressaut du véhicule peut être une source de nuisances
normal	Excellent	Néant	Néant	- Peu satisfaisante - Valable sous trafic T ₂ -T ₃	Dépend du principe du joint	Dépend du principe du joint	- Facile - RAS	- Très mauvaise - Très mauvaise	Faible	Néant
sous revêtement amélioré	Excellent	Néant	Néant	- Satisfaisant - Valable sous trafic T ₀	Satisfaisante	Satisfaisante	- Assez facile - RAS	- Très faible - Très faible	Faible semble-t-il	Néant

NOTA: ce tableau est inspiré de celui réalisé dans le cadre d'un rapport du Comité "ponts routiers" pour le XVIII^{ème} congrès de Bruxelles de l'AIPCR.

* En particulier dans le cas de soulèvements d'ouvrage pour le changement des appareils d'appui.

le joint THORMA de GREGGORY (fig.27), à base de matériaux spéciaux coulés en place, etc.



Figure 27

3.1.1.3 - Nécessité d'un tri

Il est bien évident que chaque système ainsi que chaque modèle a ses avantages et ses inconvénients. Il est donc nécessaire de faire un tri parmi tous et de fournir aux Maîtres d'Oeuvre les éléments objectifs d'appréciation nécessaires pour faire ce tri, ceci afin de choisir le joint le mieux adapté à son ouvrage et à son contexte.

En vue d'une première sélection au niveau des familles de joints il a été établi un tableau comparatif sur la base des principaux critères d'appréciation. Le tableau est présenté sur la page ci-contre.

3.1.2 - **Les difficultés d'une appréciation par les Services techniques.**

3.1.2.1 - Complexité de la technique

Nombres de déboires sur des modèles de joints dans les années 50-60 peuvent être attribués à la méconnaissance des conditions spéciales de travail particulières à cet équipement. Depuis ces conditions ont été un peu mieux précisées sans pour autant les avoir toutes bien appréhendées.

Les joints font appel à des techniques assez spéciales qui utilisent des technologies toutes aussi particulières telles que celles des élastomères, des métaux (alliage d'aluminium, acier ou autre), des étanchéités, du béton armé ou précontraint, etc.

L'examen des joints doit donc être fait par des équipes pluri disciplinaires où chacun apporte des connaissances qu'aucun Maître d'Oeuvre ne peut, seul, rassembler rapidement.

3.1.2.2 - Intérêts commerciaux et propriétés industrielles et commerciales

Les idées présidant à la mise au point et aux principes des joints sont souvent innovatrices ; c'est pourquoi elles font l'objet de propriétés industrielles et commerciales. Dans certains cas, les détenteurs de propriétés industrielles et commerciales cèdent des licences, exclusives ou non, d'exploitation du brevet ou de la technique.

Les Maîtres d'Oeuvre doivent être informés de ces propriétés (cf CCAG Art 6).

D'autre part les intérêts commerciaux en jeu nécessitent, une neutralité et une parfaite objectivité dans la présentation des différents modèles dans le but de maintenir l'esprit de concurrence.

3.1.2.3 - Coût des investissements et étroitesse du marché

Le marché des joints de chaussée est très limité en volume et en valeur. Il est, en outre, très irrégulier et l'expérience montre qu'il est très difficile de programmer, même quelques semaines à l'avance, les équipes de pose.

Il est donc souhaitable :

- a) de concentrer les moyens pour essayer de pallier cette imprévision,
- b) de limiter les équipes de pose afin que chacune soit bien spécialisée et se sente plus ou moins surveillée à l'échelon national ce qui les incite à ne pas négliger tel ou tel chantier secondaire,
- c) de rentabiliser les investissements liés à chaque modèle et qui sont loin d'être négligeables : moule de fonderie, filière, moule de vulcanisation de néoprène, etc.

Or les modèles évoluent : certains sont condamnés, d'autres modifiés, ceci incite à activer l'amortissement.

A titre d'information sur l'importance du marché des joints de chaussée, une étude faite sur les ponts construits en 1981 et 1982 a donné les résultats suivants :

- Linéaire total de joint	: environ 12 000 m,
- Part des joints à souffler	.inférieur ou égal à 1 cm: 21%
	.de 1 à 4 cm : 39%
	.de 4 à 7/8 cm : 35%
	.de 7/8 à 10/11 cm : 3,5%
	.supérieur à 10/11 cm : 1,5%

Cette étude n'a pas porté sur les joints posés dans le cadre de l'entretien ou de la réparation après plusieurs années de service.

3.1.2.4 - Nombreux éléments d'appréciation

Le joint de chaussée doit satisfaire à des exigences nombreuses et variées : confort, pérennité, facilité d'entretien, liaison avec l'étanchéité, résistance, etc... L'examen d'un modèle oblige à des essais parfois de longue durée, sous circulation, qu'il n'est pas possible, à un Maître d'Oeuvre, de mettre en place dans des délais compatibles avec les exigences de son chantier.

La tentation peut être grande d'accepter un produit apparemment bon mais, faute de temps ou de moyens, ne pas vérifier s'il ne donne pas lieu à des désordres sur d'autres sites.

L'appréciation des qualités et des défauts doit donc être faite au niveau national pour éviter l'implantation de dispositif satisfaisant en apparence mais pouvant s'avérer, à l'usage, très coûteux à réparer ou à entretenir.

3.2 - Qualités requises pour un joint de chaussée

Ces qualités sont les suivantes, sans que cette énumération soit limitative.

3.2.1 - Le confort à l'usager

La recherche de ce confort conduit à limiter, au niveau des ancrages, les effets produits par le roulement des véhicules. Les hiatus supérieurs à 4 cm sont déconseillés et les joints à peigne sont hautement souhaitables pour des hiatus supérieurs à cette valeur.

Dans le cas, le plus courant, d'une chaussée dont le revêtement est en enrobé, il est conseillé la pose et le réglage des joints après l'exécution de la couche de roulement, ce qui permet un réglage précis, gage d'un bon confort.*

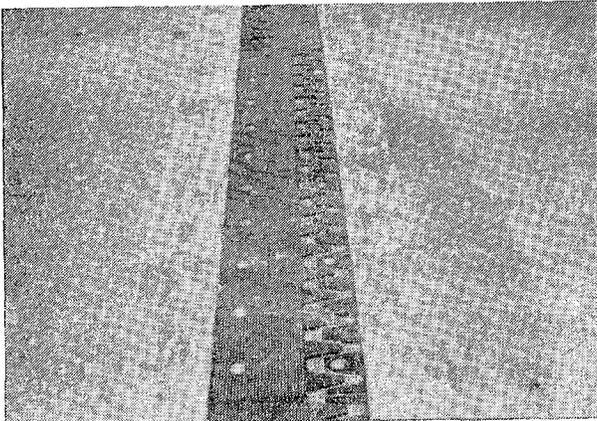


Figure 28
Joint confortable

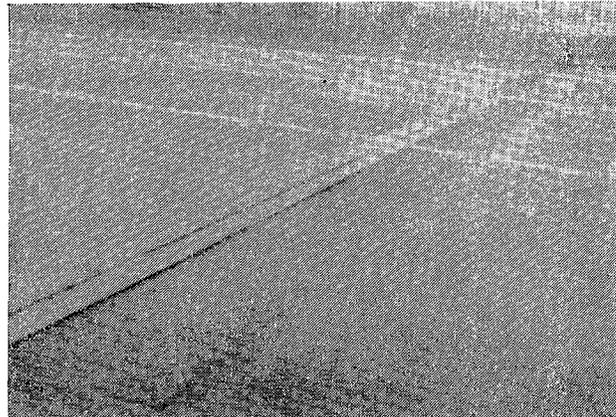


Figure 29
Joint mal calé d'où sollicitations

3.2.2 - Robustesse

3.2.2.1 - Les liaisons à la structure

L'expérience a montré l'intérêt des liaisons à la structure, pour les joints sous trafic lourd, par une boulonnerie de qualité autorisant un démontage facile de tout élément altéré et son remplacement. Toutes liaisons par pattes d'ancrage ou scellements perdus ou boulonnerie de mauvaise qualité sont déconseillées.

Des dispositions techniques permettant la dépose du joint ou d'une partie du joint et la repose pour un coût au plus égal au coût du joint neuf dans le contexte du site (éloignement, linéaire, sujétions de trafic,...) peuvent cependant être envisagées.

* De nombreuses études tant en France qu'à l'étranger ont montré que les irrégularités de la chaussée aux abords de l'ouvrage et sur le joint peuvent conduire à des sollicitations nettement plus importantes que celles prévues dans les textes officiels.

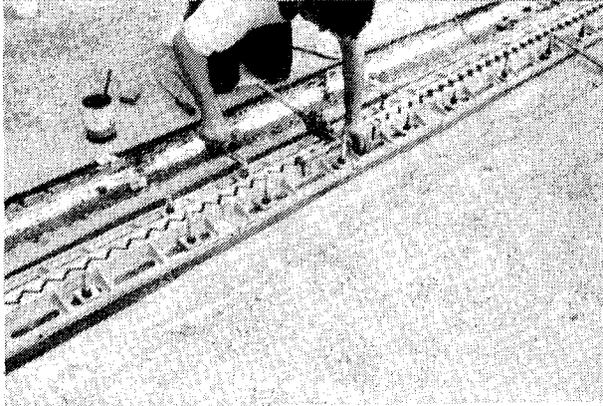


Figure 30
Solution conseillée.

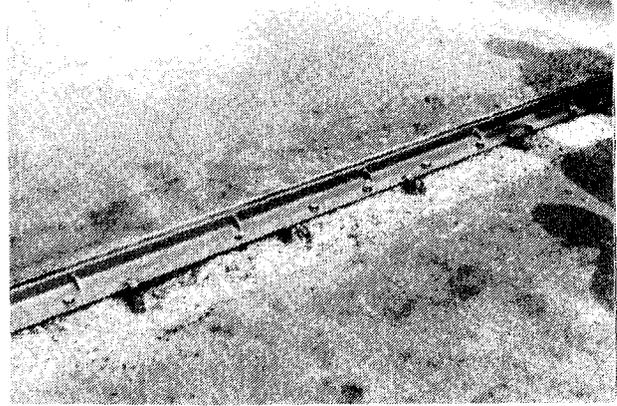


Figure 31
Disposition déconseillée.

3.2.2.2 - La simplicité des mécanismes

Le joint doit être simple mécaniquement : les articulations ou autres mécanismes s'usent, deviennent bruyants et nécessitent des réparations toujours difficiles sous trafic. De plus, il est fréquent que ces mécanismes ne puissent suivre les mouvements relatifs entre les deux bouts de la maçonnerie (cf § 2.1.3.2.3 et § 2.1.3.3.2).

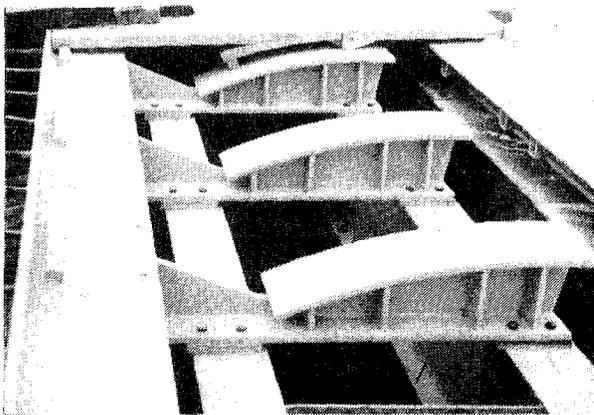


Figure 32
Un exemple de joint comportant des articulations et des pièces glissant les unes par rapport aux autres. Un tel joint va présenter une usure telle que des réparations seront nécessaires mais difficiles.

3.2.2.3 - Qualité des matériaux

Les constituants du joint doivent être en un matériau apte à répondre aux sollicitations subies. Ces constituants ne doivent pas être altérés par la corrosion ou le vieillissement ou autre dans les conditions normales de service. La tenue aux UV, à l'ozone, aux sels de déverglaçage, aux produits pétroliers, etc. doit être bonne.

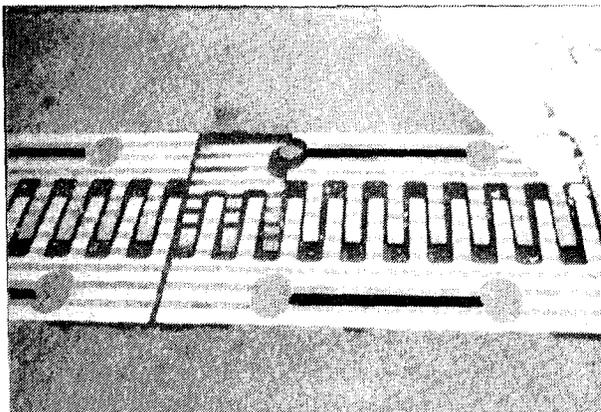


Figure 33
Le choix d'un alliage de qualité insuffisante n'a pas permis de résister au trafic.

3.2.2.4 - Note de calcul, dimensionnement, résistance aux sollicitations du trafic

Dans la mesure des connaissances techniques disponibles au moment de l'examen, le joint doit satisfaire aux règles de calcul de Résistance des Matériaux.

3.2.2.5 - Résistance à la fatigue

Le joint est un équipement très durement sollicité à la fatigue aussi sa conception doit en tenir compte; par exemple les soudures sont toujours fragiles: elles sont déconseillées.

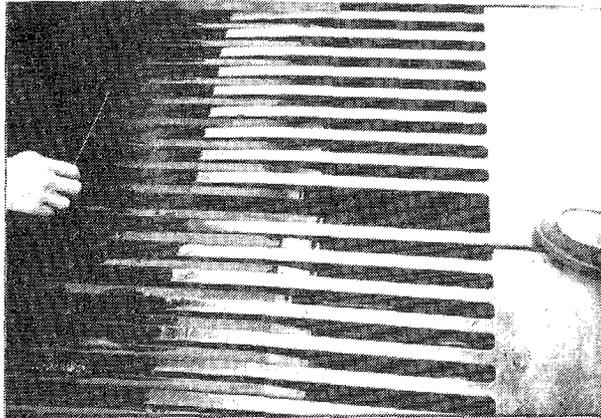


Figure 34
Les soudures liant les dents au plat de ce modèle de joint n'ont pas résisté à la fatigue.

3.2.3 - L'étanchéité du dispositif

Il est préférable de disjoindre la fonction étanchéité de celle de support du trafic. Il faut attacher une grande importance à un raccord efficace du joint à l'étanchéité générale du tablier (point fréquemment oublié). Voir STER 81, sous dossier E, ch.1, annexe 3.

3.2.4 - La facilité d'entretien

3.2.4.1 - La facilité d'entretien et de remplacement

Le joint doit pouvoir être entretenu, éventuellement réparé



Figure 35
Les éléments courts fixés par boulonnerie facilitent les réparations ou la pose d'un élément neuf.

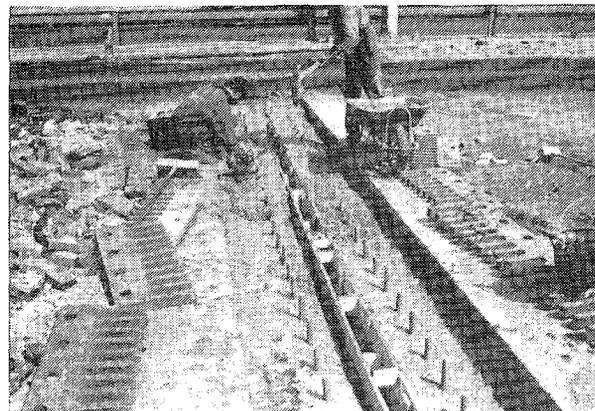


Figure 36
Le rehaussement d'un joint est nettement plus aisé quand il est fixé par des boulons.

(comme les couches de chaussées adjacentes) et surélevé lors des rechargements de tapis. On retrouve l'intérêt des qualités décrites ci-dessus. Il est également souhaitable que la longueur des éléments constitutifs des joints soit inférieure à la largeur d'une voie de chaussée.

3.2.4.2 - La qualité des équipes de pose et la garantie du service après vente

Vu la précision demandée, on peut penser que seuls les fabricants mécaniciens sont capables de poser des joints lourds. Enfin la certitude d'un service après vente, durable et rapidement disponible, est un critère de choix essentiel.

3.2.4.3 - La périodicité des interventions d'entretien

Ces opérations doivent être les plus simples et les plus espacées possible.

3.2.5 - **Cas des joints à "poussée"**

Certains désordres ont été observés sur les ouvrages, biais surtout, quand le joint est à "réaction". C'est le cas des modèles de joints comportant un profilé d'étanchéité en élastomère (la plupart des joints à lèvres, § 3.1.1.2 c) et surtout ceux ayant une partie en élastomère dont la compression ou l'extension ne peut s'obtenir qu'à partir d'un certain effort (joint à bande, § 3.1.1.2 a).

- a) sur les ouvrages biais les composantes de rotations dues à la poussée sont parfois difficiles à équilibrer. Cela peut conduire à mettre en place des butées latérales dont le coût, en bonne logique, est à intégrer dans celui du joint puisque imposées par la conception de ce dernier, fig.37.
- b) les domaines d'emploi de ces joints sont très stricts quant à la valeur du souffle et la marge de sécurité dans le fonctionnement est faible:
 - si les joints sont trop fermés, il y a risque d'éclatement, de flambement des profils ou de blocage du joint, voire de claquage au passage des véhicules (donc source de bruit),
 - si les joints sont trop ouverts, les profils peuvent s'échapper. Fig.38.
- c) lors de la pose il faut disposer d'un matériel parfois important (et pas toujours utilisé pour diverses raisons : difficultés, poids, etc.) pour donner l'ouverture correcte du joint en fonction de l'écartement des lignes d'ancrages et de la température à la pose. Fig.39.

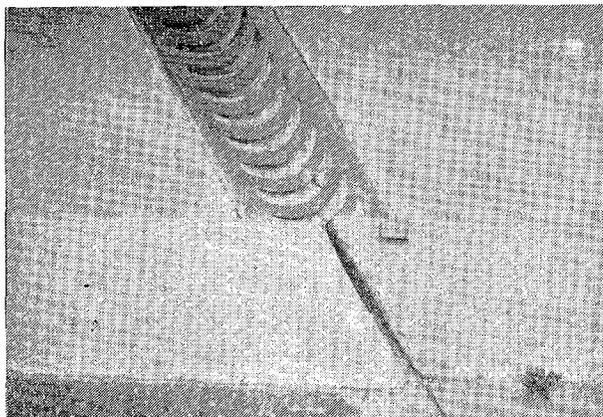


Figure 37
Ce joint à poussée a provoqué,
sur un pont biais, une légère
rotation.

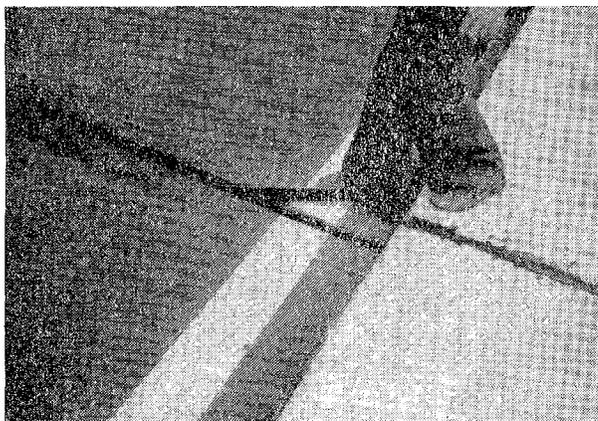


Figure 38
Echappement d'un profil dans un
joint trop ouvert.

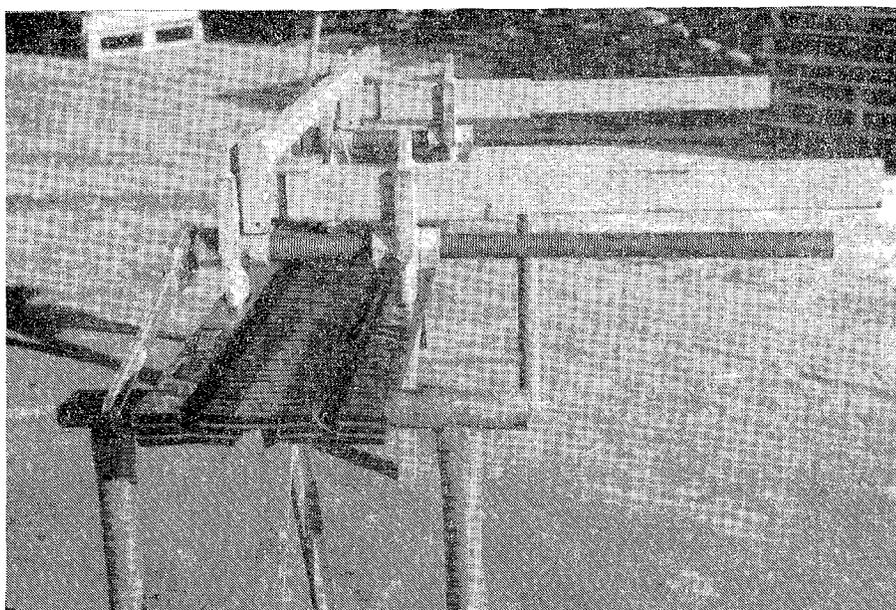


Figure 39
Un exemple de maté-
riel de réglage de
l'ouverture d'un
joint à "réaction".

3.2.6 - Cette liste n'est évidemment pas limitative (il est possible de citer: le coût, la tenue au rotation d'about...), elle représente cependant les principales qualités souhaitables pour que le joint soit un équipement présentant le moins de problèmes au gestionnaire.

3.3 - La panoplie des joints de chaussée

La notion de panoplie au sens de l'ancien dossier JADE est abandonnée. Pour le projeteur le choix est à faire parmi les modèles commercialisés et/ou présentés dans les **Avis Techniques du Setra** et qui sont satisfaisants pour équiper son ouvrage compte tenue des éléments fournis au chapitre IV des avis techniques.

Il est possible de distinguer:

a) les modèles faisant l'objet de propriétés industrielles et commerciales. Ils sont fabriqués et posés par des sociétés spécialisées.

b) les modèles de l'ancienne panoplie qui ont été conservés car semblant correspondre à un certain besoin et surtout parce qu'il s'agit de

joint très simple pouvant être mis en oeuvre par n'importe quelle entreprise un peu qualifiée.

De cette panoplie des joints semi lourd* et léger* du dossier JADE 68 nous avons supprimé:

- a) le joint semi-lourd I et le joint léger 1. Ces joints ouverts nécessitaient un drainage de l'appui. En outre ils étaient inconfortables, d'une tenue peu satisfaisante sous les chocs du trafic, et ils ne pouvaient avoir une liaison correcte qu'avec une étanchéité adhérente,
- b) le joint semi-lourd II. A l'expérience la tenue de l'enrobé sur le fer T s'avèrait très mauvaise, à moins d'avoir des épaisseurs d'enrobé importantes. Comme le précédent, il n'était pas étanche et ne se raccordait correctement qu'avec une étanchéité adhérente,
- c) le joint semi-lourd IV. Ce joint présentait de nombreux inconvénients: coût élevé, mauvaise tenue du revêtement susjacent, mise en oeuvre complexe, utilisation de matériau à comportement dans le temps aléatoire, raccordement à une étanchéité adhérente au support seulement;

et nous avons conservé: le semi-lourd III, modernisé, et les joints léger 2 et léger 3.

3.4 - Conclusion

Les critères de sélection et d'appréciation sont donc extrêmement variés aussi l'examen ne peut être valablement fait qu'à l'échelon national.

Cette appréciation est faite dans les **Avis Techniques du Se-tra** et nous ne pouvons que conseiller au Maître d'oeuvre:

- de ne prévoir dans son marché que des joints ayant fait l'objet de cet avis,

- de vérifier, dans le chapitre III de ces avis, que le produit proposé est bien adapté à son ouvrage et que les qualités requises sont satisfaites.

* Rappelons que cette distinction n'existe plus dans la nouvelle nomenclature; cf §2.2.

CHAPITRE 4 -LES METHODES DE POSE DES JOINTS MECANIQUES

4.1 - Données générales

4.1.1 - Difficultés d'arasement du revêtement par rapport au joint

Les JOINTS autres que ceux de la famille "non apparent à revêtement" comportent une arête (en général métallique) au niveau supérieur de la couche de roulement.

Du bon nivellement relatif de ces deux matériaux dépendent d'une part le confort des usagers et d'autre part la pérennité des ancrages du joint liée aux sollicitations dues aux chocs engendrés par le trafic.

Or l'expérience montre qu'il est difficile de très bien régler un tapis en béton bitumineux sur l'arête d'un joint. En effet :

1) Si l'on peut obtenir qu'un tapis en béton bitumineux soit parfaitement confortable, c'est à dire ne présente pas de flache, il est par contre impossible d'obtenir par rapport à une cote imposée, une tolérance plus faible que quelques millimètres.

2) Si l'on veut obtenir qu'un tapis en béton bitumineux soit parfaitement confortable, il est indispensable que la dernière couche des matériaux mis en place par le répandeur soit d'épaisseur à peu près constante. Or la présence d'une arête métallique qui se trouvera à quelques centimètres au-dessus de la surface normale de circulation du répandeur déséquilibrera l'engin et amènera une distorsion dans cette épaisseur.

3) Si l'on veut obtenir qu'un tapis en béton bitumineux soit parfaitement confortable il est indispensable que les opérations de compactage soient homogènes et continues. Or la présence d'une arête gênera ces opérations : la vague qui se forme toujours à l'amont de la roue d'un compacteur (pneumatique ou ferrée) viendra buter sur l'arête et créera une sorte de bosse, tandis que juste après le joint la même roue créera une sorte de creux pour alimenter sa vague. Une solution pourrait consister à compacter transversalement à la chaussée les zones bordant le joint. Nous avons vu l'utiliser, mais cette technique délicate nécessite une grande largeur de chaussée pour pouvoir être adoptée et ne supprime pas les inconvénients exposés en 2. De plus elle conduit à un certain carrousel des rouleaux qui nécessite une grande maîtrise de leurs conducteurs. Voir page ci-après: fig.40, 41 et 42.

Dans l'exposé ci-dessus, il est bien précisé qu'il s'agissait de couche de roulement en béton bitumineux ce qui représente la quasi totalité du revêtement sur ponts en France. Le problème ne se présente absolument pas de la même façon, voire est supprimé, lorsque l'on utilise des couches de roulement en matériaux coulés en place et ne nécessitant pas de compactage. C'est notamment le cas des couches de roulement en béton de ciment ou en béton bitumineux coulé, techniques souvent utilisées à l'étranger mais encore peu répandues en France.

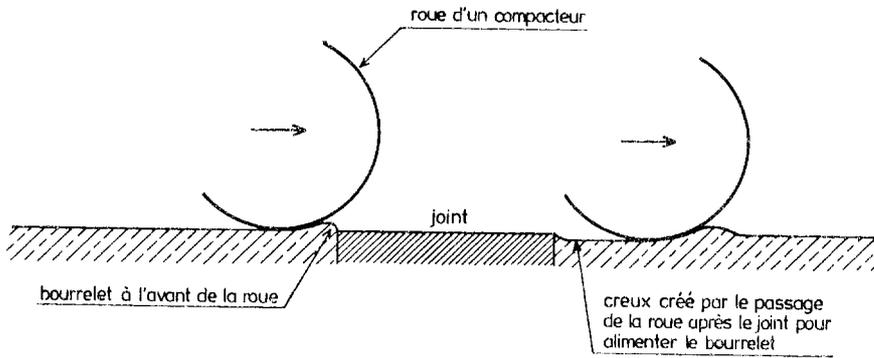


Figure 40
Formation du bourre-
let lors de l'avance-
ment d'un compacteur

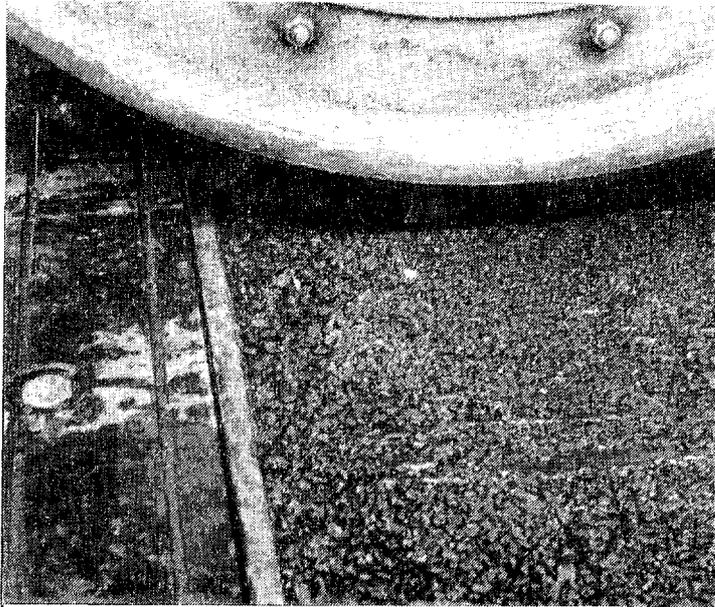


Figure 41
Illustration du phénomène décrit
sur la fig.40.

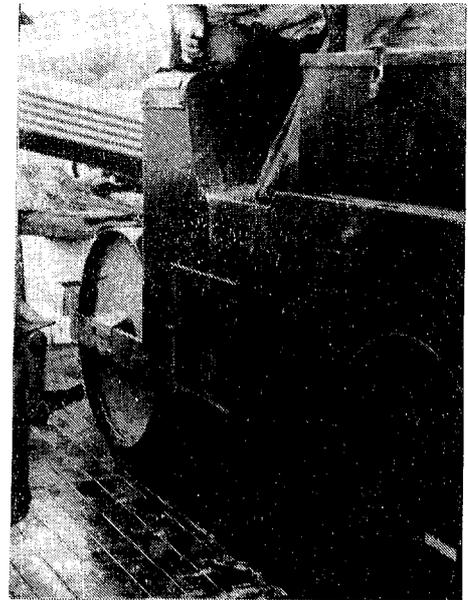


Figure 42
Les difficultés
d'exécution d'un
compactage parallè-
lement au joint.

4.1.2 - Principe de la méthode de calage du joint après revêtement

Pour pallier les inconvénients exposés ci-dessus, il a été mis au point depuis presque vingt ans une autre méthode basée sur l'idée suivante : puisque l'on peut difficilement régler un tapis sur un joint, essayons de régler le joint sur le tapis.

Les maçonneries seront exécutées sans aucune hétérogénéité superficielle ; les diverses couches de la chaussée seront mises en oeuvre et compactées sans discontinuité ni hétérogénéité ; le tapis sera déposé au droit du joint ; le joint sera ancré à l'aide de réserves faites dans les maçonneries et réglé en niveau à l'aide éventuellement d'un mortier de calage et le vide entre le joint et le tapis scié sera comblé par un produit coulé en place et ne nécessitant pas de compactage.

Il convient de noter que cette méthode conduit à des coûts un peu plus élevés que si l'on posait le joint avant tapis (plus value de l'ordre de 10%) aussi il est souhaitable de ne l'appliquer que si l'on souhaite un grand confort, sous trafic important.

Dans certain cas particulier : programme des travaux tendus, trafic peu important, la méthode de pose avant tapis reste valable et peut être retenue.

4.1.3 - Les différentes solutions possibles

La pose du joint après la mise en oeuvre de l'étanchéité et du revêtement peut se faire au moins suivant quatre dispositions dont les principes sont les suivants:

- 1) pose des ancrages dans une **feuilleure** réservée lors du bétonnage de l'about du tablier, fig.43

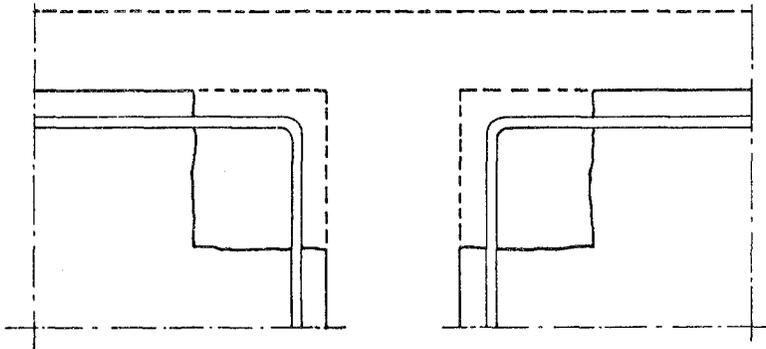


Figure 43
Pose en feuilleure.

- 2) pose des ancrages par **ossatures gabarits** au moment de la coulée du tablier, les éléments des joints sont fixés et calés après le revêtement, fig.44

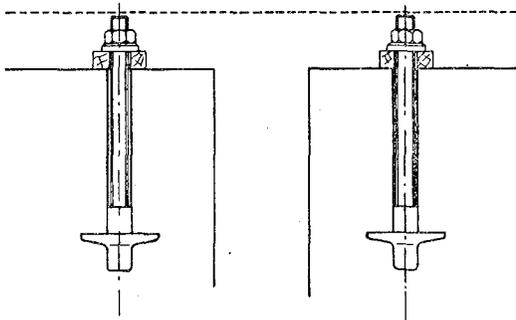


Figure 44
Pose en ossature gabarit.

- 3) le joint est lié à la structure par l'intermédiaire d'une **longrine en mortier à liant amélioré ou non** fig.45.

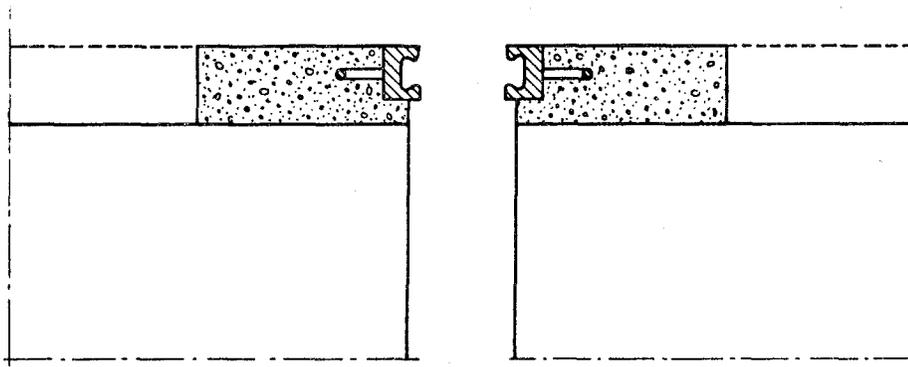


Figure 45
Longrine epoxy.

4) les ancrages sont scellés dans des **trous forés** dans le béton, fig.46.

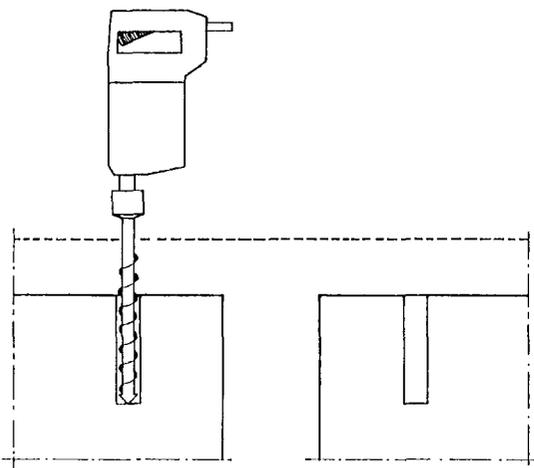


Figure 46
Ancrages forés.

5) citons aussi, pour mémoire, la pose du joint avant revêtement à l'aide de **pattes d'ancrages ou de plats** positionnés dans le ferrail- lage et bétonnés en même temps que le reste de la structure. Fig.47.

Cette technique qui présente de nombreux inconvénients n'est pratiquement pas utilisée en France et nous ne la décrirons pas.

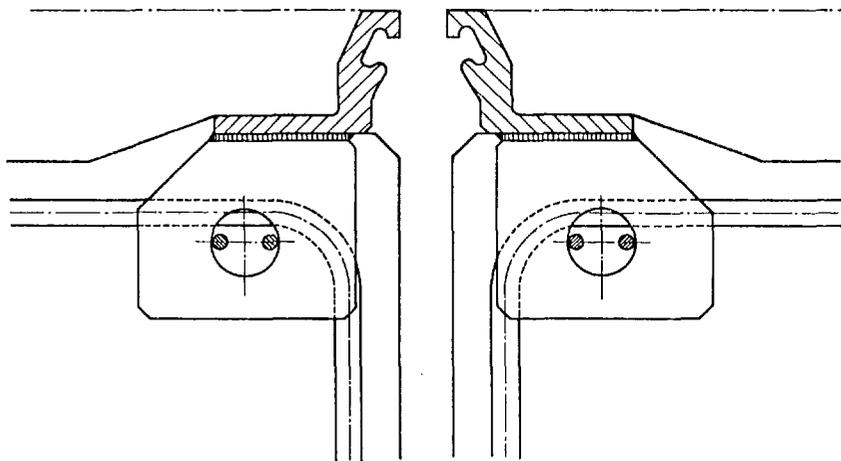


Figure 47
Par pattes d'ancrage
bétonnées en même
temps que la struc-
ture.

Ce sont ces différentes méthodes de pose que nous allons examiner avec leurs avantages et leurs inconvénients.

4.2 - La pose en feillure (voir fig.49)

4.2.1 - Réserveation

Les maçonneries sont réalisées en ne coulant pas une section à chaque extrémité de la dalle et/ou de la culée (ou mur garde grève). Des armatures en attente sont prévues pour assurer la liaison entre le béton de l'ouvrage et celui assurant l'ancrage du joint.

Les dimensions de ces feillures (ou réservations) sont précisées dans les Avis Techniques des modèles posés suivant cette technique en reprenant la codification de la figure 48.

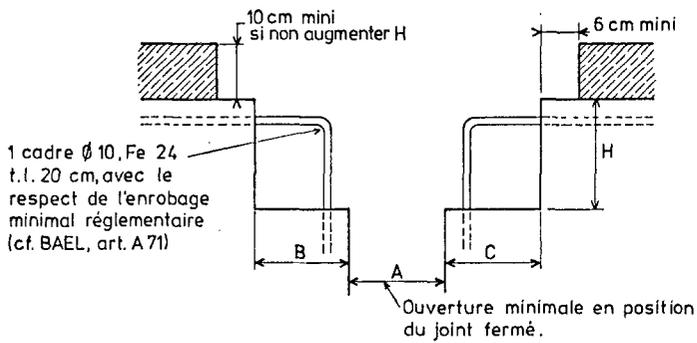


Figure 48
Dimensions types
d'une feullure.

Après avoir positionné une planche au-dessus du vide entre les maçonneries, la réservation est remplie par un matériau facile à déposer ultérieurement : les gravillons sont hautement conseillés. Le sable est à éviter car son enlèvement est plus difficile, de même que les madriers car moins stables; en outre la feullure doit être protégée contre l'intrusion de matériaux susceptibles de faire prise (coulis de ciment...).

De cette façon une circulation de chantier est possible (fig. 49a).

4.2.2 - Etanchéité/couche de roulement

Le moment venu les différentes couches constituant le revêtement de l'ouvrage sont mises en oeuvre sans aucune gêne. On doit donc pouvoir obtenir, sur l'ouvrage d'art, un confort équivalent à celui des zones adjacentes (fig. 49b).

4.2.3 - Sciage du revêtement et nettoyage de la zone d'ancrage du joint

Le revêtement est alors scié de part et d'autre du joint pour dégager la zone de pose. La largeur de cette zone doit être telle qu'elle comprenne la zone de la feullure augmentée de 5 à 6 cm minimum.

En pratique il est conseillé de réaliser un trait de scie jusqu'à environ 3 cm de profondeur et le matériau est ensuite déposé à la pioche hache. On obtient ainsi une arête nette. Si tel n'était pas le cas il faudrait exiger un nouveau trait de scie (voir clauses types).

Le matériau de remplissage provisoire est déposé et la feullure est parfaitement nettoyée, éventuellement le béton est légèrement repiqué (fig. 49c).

4.2.4 - Mise en place du ferrailage complémentaire

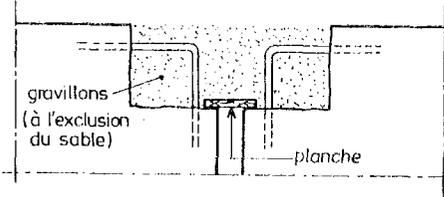
Le ferrailage de la feullure est réalisé et relié aux aciers en attente de l'ouvrage conformément aux règles en vigueur (F 65: Art 33 et BAEL). Ce ferrailage va permettre d'armer cette zone de béton très fortement sollicitée.

Le plan d'exécution de ce ferrailage est établi par l'Entrepreneur de gros oeuvre en liaison avec le poseur du joint et est fonction du type de joint (fig. 49d). Sur chantier les valeurs de l'enrobage seront respectées grâce à la mise en place de cales appropriées (cf F 65, Art 33).

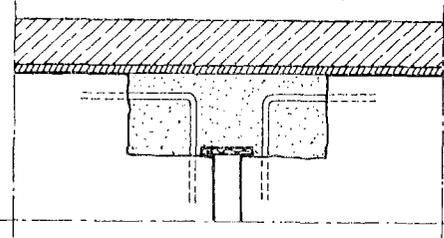
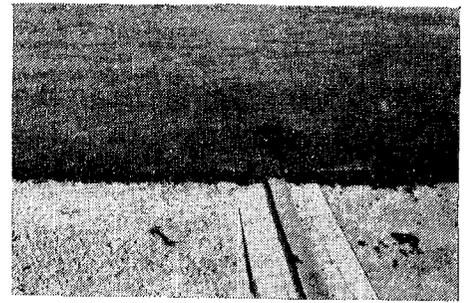
4.2.5 - Coffrage

Il doit permettre de satisfaire aux prescriptions du F 65, Art

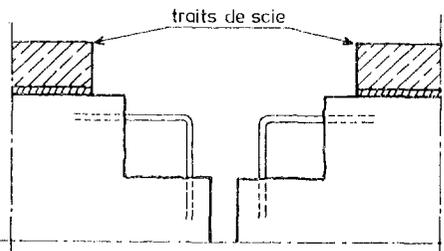
Fig 49



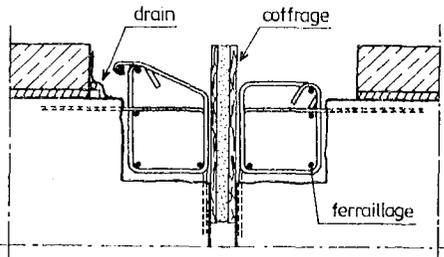
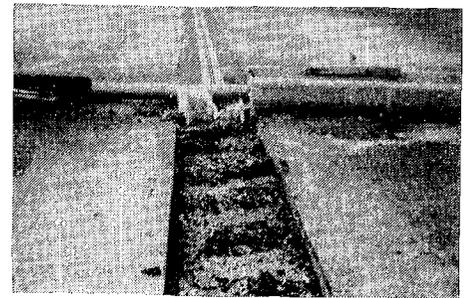
a) Protection de la feillure par remplissage par des gravillons, ou, éventuellement, des madriers.



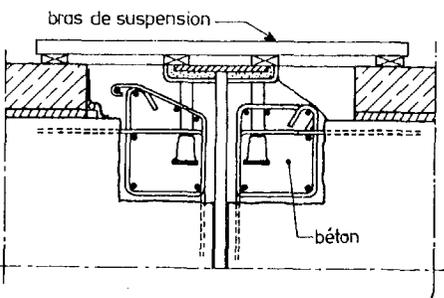
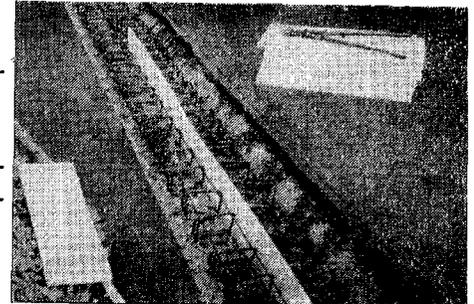
b) Mise en oeuvre de l'étanchéité et de la couche de roulement



c) Sciage, découpe des couches de la chaussée et dégagement de la feillure.



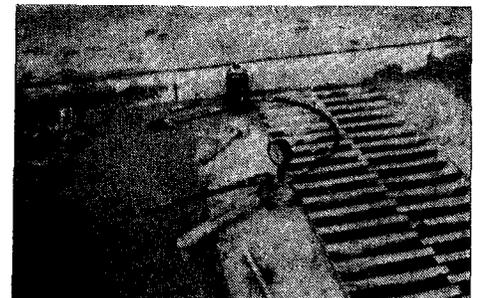
d) Mise en place du coffrage (par polystyrène expansé et contreplaqué) et du ferrailage complémentaire. Dans le cas de solin béton: pose du drain éventuel et fermeture de l'étanchéité de l'ouvrage.



e) Calage des ancrages, réglage du joint par rapport au revêtement adjacent et bétonnage.



f) Serrage ou mise en tension des ancrages. Mise en oeuvre du solin de raccordement du joint au trait de scie quand il ne s'agit pas de la technique "so-lin béton".



32.1.1. Le polystyrène, qui est le matériau habituellement utilisé parce qu'il est facile à découper et à déposer, ne semble pas apte à satisfaire à la prescription du dernier alinéa de l'article 32.1.1 du F 65 et ses commentaires. C'est pourquoi nous conseillons, surtout pour les joints de souffle supérieur à 6 cm, la réalisation d'un sandwich de polystyrène et de contreplaqué. L'épaisseur est fonction de l'ouverture du vide qui a été définie par la note de calcul en fonction de la température au moment de la pose.

En principe il serait possible de laisser en place ce coffrage car le polystyrène (avec les densités utilisées sur les chantiers) ne donne pas de réaction à l'écrasement. En pratique il est conseillé de déposer tous les matériaux se trouvant entre les maçonneries. Ainsi on évitera le risque d'avoir un élément de béton ou autre pouvant bloquer le joint. La visite ultérieure en sera facilitée. En outre, en cas de défaillance de l'étanchéité du joint, le coffrage pourrait maintenir une humidité préjudiciable à la bonne tenue du béton au contact (fig.49d).

4.2.6 - Mise en place des ancrages

Les ancrages sont positionnés. Pour certains modèles de joints on utilise le joint en ossature gabarit pour positionner les ancrages. Le joint est alors fixé sur des bras de suspension prenant appui sur le revêtement adjacent (fig.49e). Ces bras comportent des cales de telle sorte que le talochage du béton sous le bras soit possible (fig.50).

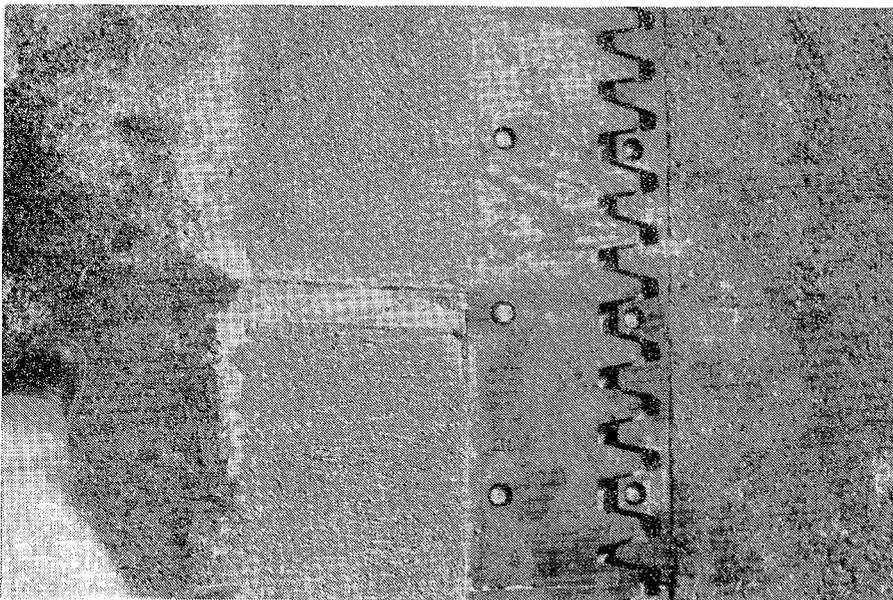


Figure 50
Quand les bras de suspension ne comportent pas de cales d'épaisseur, le béton sous le bras n'est pas taloché et donne ce résultat inacceptable.

Le réglage tient compte de l'épaisseur de l'éventuelle bavette d'étanchéité sous le joint.

Pour d'autres modèles de joints les ancrages sont fixés sur une ossature gabarit avec un positionnement identique. Voir § 4.3 ci-après et fig.52.

4.2.7 - Bétonnage

Le béton d'ancrage est coulé dans les feuillures de part et d'autre du coffrage. Le béton sera identique en composition et en fabrication au béton mis en oeuvre pour l'ouvrage, Fig.49c.

Il sera mis en oeuvre avec des moyens similaires à ceux utilisés pour l'ouvrage (voir CCTG F.65, art 24 et 36).

Selon qu'il s'agit de la technique "solin béton" ou de "solin asphalte" le béton est arrêté au niveau de la circulation ou est en pente (Fig.49 e gauche et droite). Sur les avantages et les inconvénients respectifs de ces solutions voir le Chapitre 5.

Nota important : le plus tôt possible et de toute façon avant la prise du béton les éléments en vis à vis des ancrages ou du joint sont désolidarisés sous peine d'avoir une désorganisation du béton d'ancrage lors des mouvements dus aux variations de températures.

4.2.8 - Calage des joints

Si les éléments du joint ont servi d'ossature gabarit, il n'y a pas de calage sous le joint à prévoir. Cependant le fait de bétonner sous un plat métallique horizontal piège des bulles d'air. Un ragréage (à la résine par exemple) est hautement souhaitable pour donner une assise correcte au joint.

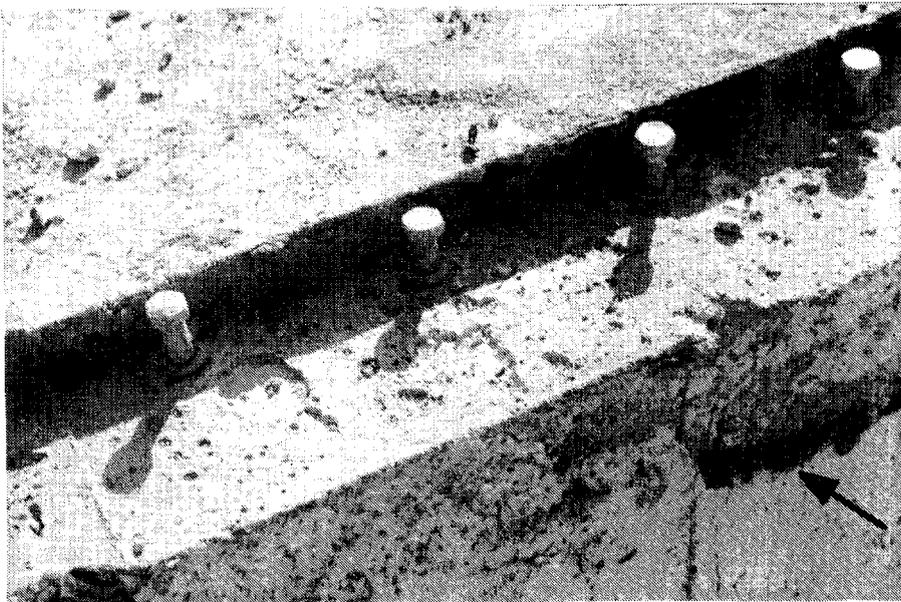


Figure 51
Présence de bulles d'air après bétonnage directement sous un joint.
A noter aussi la présence de saletés à la reprise de bétonnage résultant d'un défaut de nettoyage du fond de la feuillure.

Quand seuls les ancrages ont été bétonnés les éléments du joint sont enfilés dans les tiges et réglés d'une façon telle que leur partie supérieure soit à 0, -2 mm* dans le plan défini par les deux arêtes sciées du tapis. Ce réglage se fera à l'aide d'un mortier ou d'un micro béton.**

Le réglage tiendra compte de l'épaisseur de l'éventuelle bavette d'étanchéité.

Quand la résistance du béton d'ancrage est suffisante il est procédé au serrage ou à la mise en tension des ancrages (Fig.49f).

* Voire plus en zone de climat rigoureux pour tenir compte d'une usure du revêtement et protéger, le plus longtemps possible, le joint contre les actions des lames de déneigement.

** Il est signalé de nombreux désordres de tenue de joint qui ont pour origine des défauts du mortier de calage. Il devra donc être de qualité très soignée et correctement dosé et mis en oeuvre. Pour s'affranchir de ces difficultés les entreprises ont mis au point des techniques de pose sans calage par mortier qui semble plus sûres.

4.2.9 - Pose du drain et de l'étanchéité - Mise en oeuvre du solin de raccordement

Cette opération est effectuée à ce moment du chantier quand il s'agit de la technique "solin asphalte". Voir détail au Chapitre 5 ci-après (fig.49f). Dans le cas du "solin béton" la mise en place du drain et de la fermeture de l'étanchéité est effectuée avant le bétonnage, cf § 4.2.7 et fig.49d.

4.3 - La pose en ossature gabarit lors du coulage de la dalle

Les ossatures gabarits comportant les ancrages montés sont livrés sur chantier. Les étapes de la mise en place sont alors les suivantes.

a) Ces éléments sont alors mis en place, à la cote prévue par la note de calcul, dans le ferrailage de la structure et cette zone est bétonnée en même temps que le reste de la dalle ou le hourdis.

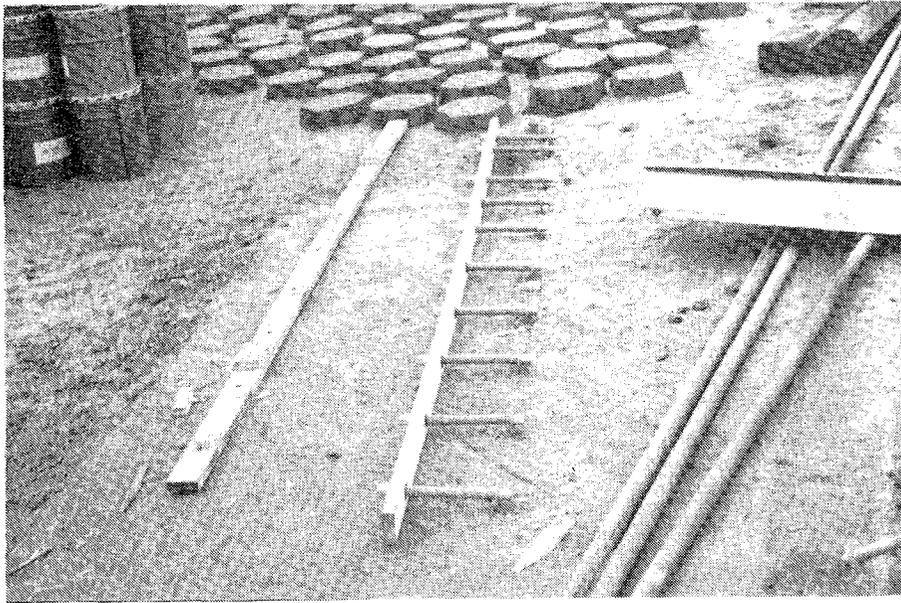


Figure 52
Des ossatures gabarits prêtes à être insérées dans le ferrailage de la structure.

b) Les gabarits sont ensuite démontés et les ancrages reçoivent une protection provisoire mais efficace pour éviter l'intrusion, dans les douilles ou dans la pièce d'ancrage, de corps étrangers qui gêneraient ultérieurement le vissage complet des tiges d'ancrages. Fig.53 et 54.

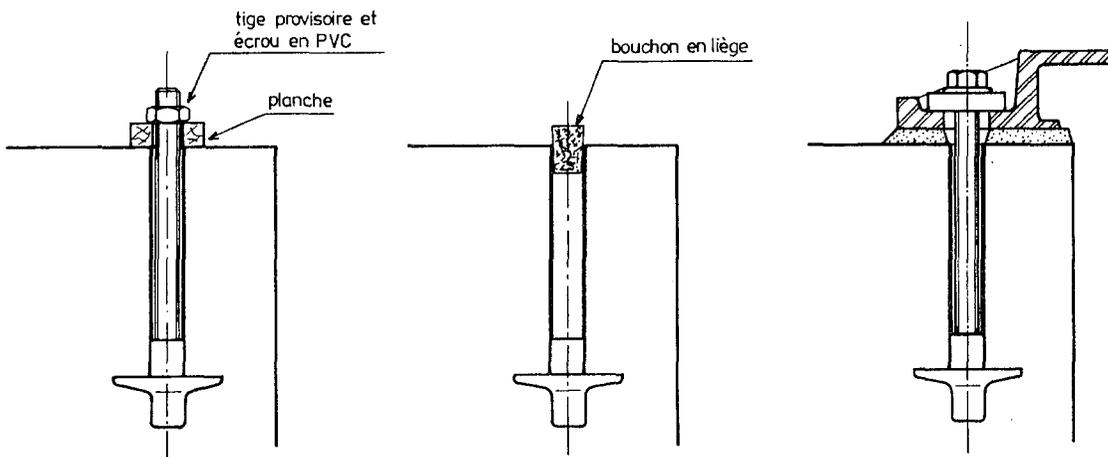


Figure 53
Ossatures gabarits.

c) Le poseur du joint n'intervient alors qu'après la mise en oeuvre de l'étanchéité et du revêtement de chaussée: opération décrite au § 4.2.2: "étanchéité/couche de roulement". Il réalise les opérations décrites aux § 4.2.3: "sciage du revêtement et nettoyage de la zone d'ancrage du joint" puis 4.2.8: "calage du joint" et 4.2.9: "pose du drain et de l'étanchéité. Mise en oeuvre du solin de raccordement".

On notera que ce mode de pose ne permet que la technique "solin asphalté", des essais de solin avec d'autres matériaux n'en sont restés qu'au stade expérimental avec de nombreux échecs.

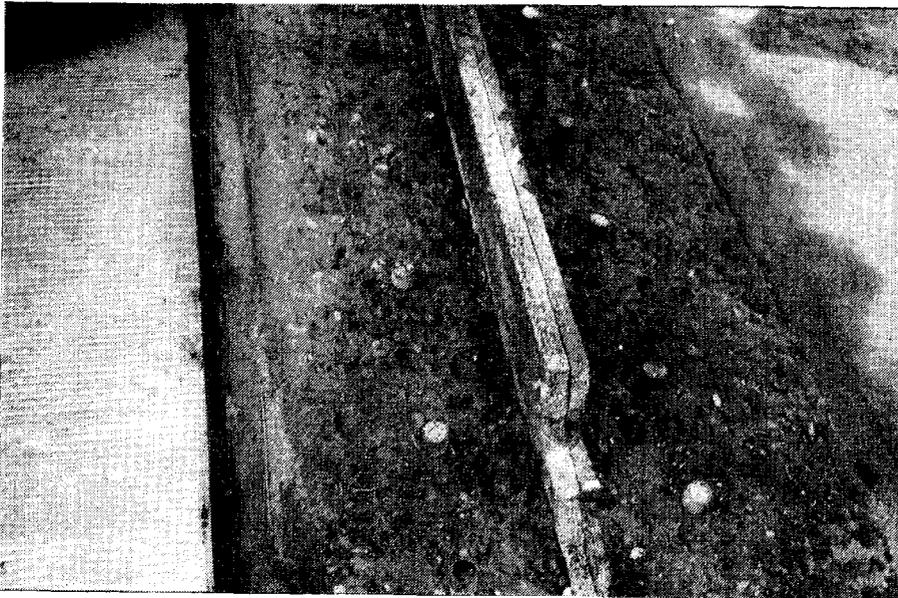


Figure 54
Ces bouchons en poly
styrène n'ont aucune
efficacité et sont à
déconseiller.

Les **avantages** de cette méthode de pose sont:

- a) de ne pas avoir à ménager une réservation dans la structure avec tous les risques de mauvaise exécution de celle-ci que cela comporte: mauvaise position du ferrailage en attente de la structure, souillures, dimensions non conformes de la feuillure, etc.,
- b) de disposer d'un béton monolithique, sans reprise de bétonnage, dans cette zone sensible,
- c) de disposer sans attendre, d'un béton de résistance suffisante lors du serrage des tiges d'ancrages d'une part et à la mise en circulation d'autre part,
- d) de limiter la durée de l'intervention du poseur du joint, donc le coût de la pose.

Par contre elle n'est pas sans **inconvenients** :

- a) Malgré une notice de pose accompagnant les ancrages, le personnel réalisant la structure ne travaille pas avec autant de précautions que le spécialiste poseur du joint. Aussi il n'est pas rare, malheureusement, de constater de graves erreurs de positionnement des ancrages.

La conception du joint doit être telle que ces erreurs soient réduites au maximum.

- b) on ne bénéficie pas d'une partie du retrait fluage au moment de la pose du joint,
- c) Elle oblige à recourir à un mortier de calage avec tous les problèmes déjà cités: § 4.2.8 et nota.
- c) le calage des deux lignes d'ancrages en vis à vis doit être fait sur la base des Directives Communes alors que dans le cas d'une pose en feuillure le calage des ancrages peut être déterminé en fonction de la température de la structure à l'époque du bétonnage de cette feuillure. Cela peut conduire à choisir un joint d'une classe de souffle plus grande donc plus onéreux.

4.4 - Mise en oeuvre d'une longrine en mortier (de résine époxydique ou autre)

4.4.1 - Principe de la méthode

Une longrine en mortier, à liant amélioré ou non par une résine*, est coulée sur le béton sur lequel elle est liée par adhérence ou par des aciers scellés et est arasée au niveau de la chaussée.

Entre les bords de la longrine, au-dessus du vide du joint, un matériau de remplissage, en général un profil en élastomère, est mis en place.

4.4.2 - Les étapes de la pose

4.4.2.1 - About de la structure.

Le béton de structure est terminé sans précaution particulière au droit du joint. Le vide entre les maçonneries est coffré comme indiqué en 4.2.5.

4.4.2.2 - Mise en oeuvre de l'étanchéité et du revêtement

Les opérations décrites aux § 4.2.2: "étanchéité/couche de roulement" et 4.2.3: "sciage du revêtement et nettoyage de la zone d'ancrage du joint" sont effectuées.

4.4.2.3 - Préparation de la surface

La surface du béton est parfaitement nettoyée, si nécessaire le béton est légèrement repiqué, Fig.55a.

4.4.2.4 - Coffrage

Le vide du joint entre la surface du béton et le niveau de circulation est coffré par du polystyrène expansé. Une qualité densité 16 à 20 kg/m³ est hautement recommandée car elle se travaille mieux et donne moins de déchets gênants et polluants qu'une qualité faible densité (9 à 13 kg/m³).

* La nature de la résine est variable selon les procédés et est inhérente au type de joint.

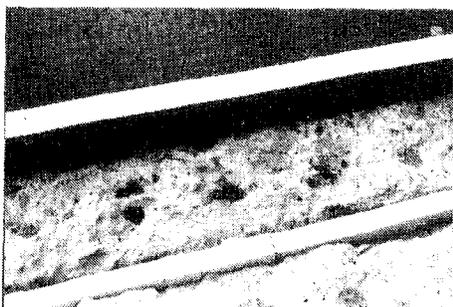
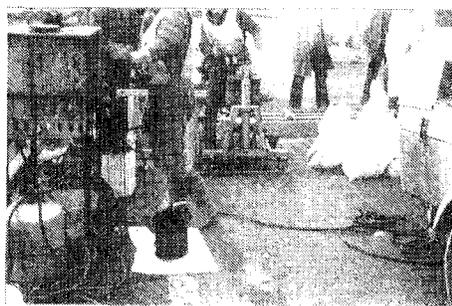


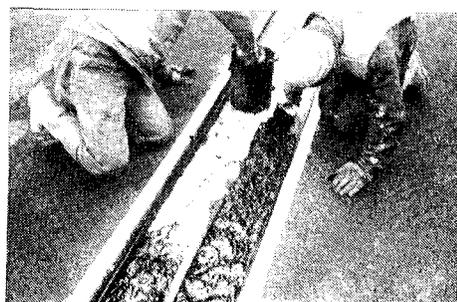
Fig. 55 - Les étapes de la mise en oeuvre d'une longrine en mortier (à liant amélioré par la résine ou autre).

a) après repiquage de la surface du béton, mise en place du coffrage dans le vide du joint.

Préparation et positionnement du drain.



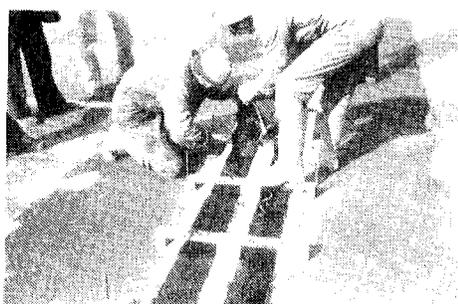
b) Préparation sur chantier du mélange s'il est en mortier de résine, à partir des éléments approvisionnés en sac prédosés.



c) Mise en oeuvre de la liaison avec la structure par enduction d'un film de liant pur ou...



d) ... par aciers scellés dans des trous forés dans le béton.



e) Mise en place éventuelle des éléments de fixation du profil d'étanchéité, réglage de l'ouverture, mise en oeuvre du mortier (de résine ou autre).



f) Insertion du profil d'étanchéité

Le mode de coffrage est à adapter à la technique du joint, cependant son épaisseur est définie par la note de calcul en fonction de la température au moment de la pose. Fig.5a.

Si le joint est à lèvres métallique le coffrage est arrêté au niveau inférieur des profilés métalliques.

Si le remplissage en mousse d'élastomère, en profilé extrudé ou en mastic pâteux est au contact direct du mortier, le coffrage comporte, dans sa partie supérieure, la forme du profil. Après décoffrage le logement dégagé servira à introduire le remplissage.

Les techniques à remplissage non démontable sont en principe déconseillées.

La dépose du coffrage en polystyrène, comme indiqué au § 4.2.5, est hautement conseillée.

4.4.2.5 - Pose du drain

Le drain est mis en place suivant les dispositions du schéma ci-après. Fig.56.

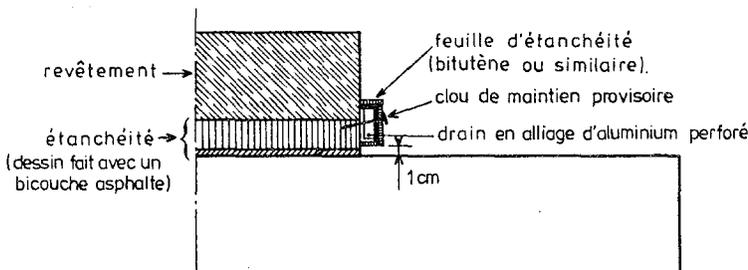


Figure 56
Position et maintien
du drain.

4.4.2.6 - Mise en place des éléments métalliques

Quand le joint comporte un profilé d'étanchéité fixé à des éléments métalliques, ceux-ci sont calés en ouverture à la cote prévue par la note de calcul et en altitude de façon que leur partie supérieure soit à 0, -2mm dans le plan défini par les deux arêtes sciées du tapis. Fig.55e.

4.4.2.7 - Liaison de la longrine avec la structure

Elle est mise en place selon le type de joint. Fig.55c et d.

4.4.2.8 - Mise en oeuvre du matériau

Le matériau est préparé (fig.55b) et mis en oeuvre selon les prescriptions du fabricant. Il est coulé et arasé par rapport au niveau du revêtement selon les tolérances fixées. Fig.55e.

4.4.2.7 - Insertion du matériau de remplissage

Ce remplissage est alors mis en oeuvre et inséré dans le logement prévu à cet effet: voir fig.55f.

4.5 - Scellement des ancrages dans des trous forés

4.5.1. - Préparation de l'about de la structure

L'about de la structure reçoit une préparation identique à

celles prévues aux § 4.4.2.1: "about de la structure", 4.2.2: "étanchéité/couche de roulement", 4.2.3: "sciage du revêtement et nettoyage de la zone d'ancrage du joint" et 4.4.2.3: "préparation de surface".

4.5.2. - Coffrage

Dans ce mode d'ancrage l'élément de joint n'est pas directement posé sur le béton de l'ouvrage et il est scellé par l'intermédiaire d'un mortier ou d'un microbéton. Entre le dessus du béton du tablier et le dessous des éléments il doit y avoir dans le vide du joint un coffrage dont la nature et la consistance seront identiques à celles prévues au § 4.4.2.4

4.5.3 - Réalisation des forages

L'emplacement des futurs trous est positionné en fonction:

- a) De l'ouverture du joint telle qu'elle a été définie par la note de calcul en fonction de la température au moment de la pose,
- b) De la position supposée du ferrailage. Celui-ci peut être précisé soit par un relevé à partir des plans d'exécution, soit à l'aide de matériel tel que le PROFOMETER ou similaire. (cf § 8.2.2).

Ensuite, à l'aide d'un outil adapté (carotteuse, foreuse travaillant en roto-percussion, etc.) il est procédé à l'exécution du trou. Fig 57.

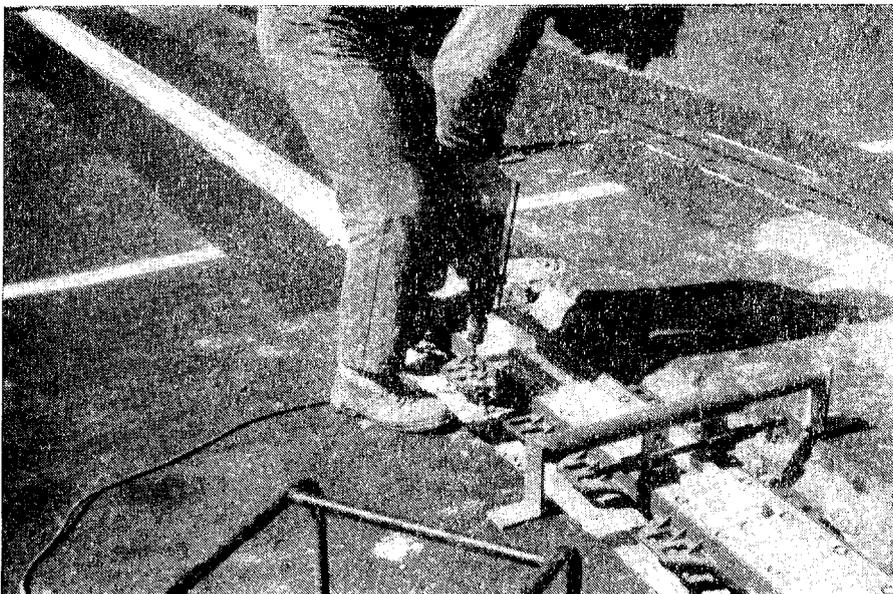


Figure 57
Exécution d'un forage.

Les points importants sont:

- le maintien d'une bonne verticalité de l'axe du trou,
- l'absence de rencontre d'un acier qui obligerait à déplacer le trou en espérant avoir fait le bon choix de la direction,
- la propreté du forage,

- la profondeur déterminée par la note de calcul du joint et la qualité du béton d'assise.

4.5.4 - Mise en place des ancrages

Les tiges d'ancrages sont alors scellées dans le trou selon la technologie propre au principe du joint.

4.5.5 - Les opérations suivantes ne sont pas fondamentalement différentes de celles des autres méthodes de pose. Voir:

- § 4.2.8, 2^{eme} alinéa ou 4.4.2.8, calage des éléments et mise en oeuvre des matériaux. Fig 58.

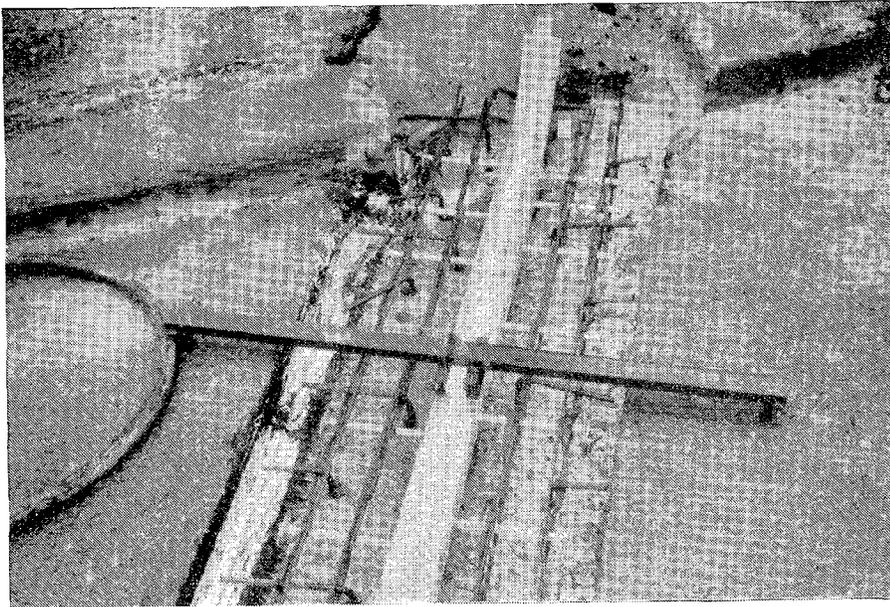


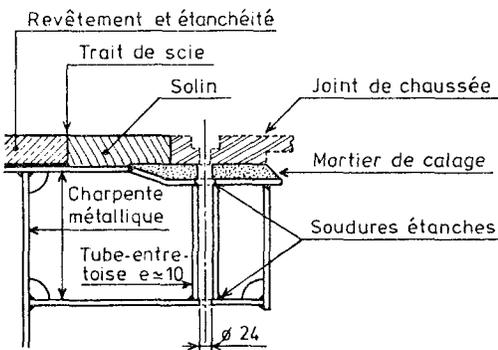
Figure 58

- § 4.4.2.5, pose du drain et fermeture de l'étanchéité. Voir, selon les cas, les fig 49d et 56.

- § 4.4.2.7, insertion du matériau de remplissage.

- enfin la liaison à l'étanchéité se fait par la technique "solin béton".

4.6 - Cas particulier du calage sur un tablier à tôle orthotrope



Nota : Le tube doit être parfaitement perpendiculaire aux 2 semelles.

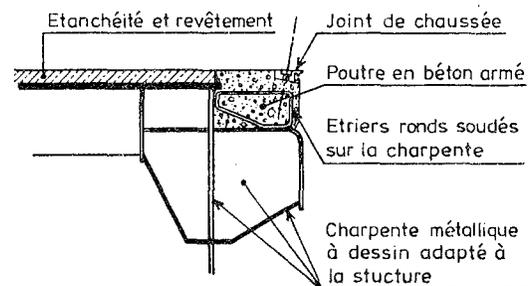


Figure 58bis
Deux exemples de méthodes de fixation d'un joint sur un tablier à tôle orthotrope.

TABLEAU COMPARATIF DES DIFFÉRENTES MÉTHODES DE POSE DES JOINTS DE CHAUSSÉE

Critères de choix Méthode de pose	Qualité de l'ancrage	Influence sur le dimensionnement du joint	Facilité et précision de la mise en oeuvre	Délai de pose	Sujétions particulières	Coût : comparaison sur le chapitre pose du joint	Autres critères
EM FEUILLURE	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite une feuillure propre, correctement dimensionnée et avec un ferrailage conforme; - La qualité de l'ancrage est fonction de celle du béton mis en oeuvre (composition, vibration,...) : elle est facile à contrôler. 	<p>Il est possible de caler avec précision le joint en fonction de la température à la pose. Le choix du modèle peut se faire au mieux après avoir pu, éventuellement, bénéficier du retrait-fluage.</p>	<p>Si la pose en feuillure est associée à une pose après revêtement la précision de la mise en oeuvre est excellente et le personnel travaille dans de bonnes conditions.</p>	<p>Nécessité d'attendre la prise du béton de scellement pour mettre en circulation.</p>	<p>Oblige à ménager une reprise de bétonnage en about de la dalle.</p>	<p>Coûte plus cher que les autres solutions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - fourniture et mise en oeuvre d'aciers et de béton de scellement, - préparation du chantier. 	
EM OSSATURE GABARIT	<ul style="list-style-type: none"> - Béton d'ancrage monolithique avec celui de la structure. - Position relative des ancrages et du ferrailage de la structure fonction de la précision d'exécution du maçon moins motivé, en général, que le poseur du joint. 	<p>La position des ancrages est fixée selon les règles de calcul (DCC) alors que l'on ne peut bénéficier du retrait-fluage. On peut cependant essayer de le prévoir.</p>	<p>La précision de la mise en oeuvre est fonction de celle de l'implantation des ancrages lors de la coulée de la structure. Elle peut donc être ou bonne ou mauvaise et le poseur de joint ou le modèle n'est pas en cause.</p>	<p>Sous réserve d'utiliser un mortier de calage à prise rapide, le joint peut être mis en circulation quelques heures après la mise en oeuvre.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Nécessite l'emploi d'un mortier de calage avec tous les problèmes liés à son emploi. cf § 4.2.8 nota. - Protection sérieuse des trous en attente pendant la fin du chantier du gros oeuvre. 	<p>Coût de pose légèrement réduit par rapport à la pose en feuillure.</p>	<p>Cette technique n'est possible qu'avec certains modèles de joints.</p>
AVEC LONGRINE EN MORTIER (A LIANT AMÉLIORÉ PAR LA RÉSINE OU AUTRE)	<p>Celle-ci est totalement tributaire de la qualité du béton de la structure sur lequel est collée la longrine. Si celui-ci est déficient ou comporte un ferrailage mal positionné l'ancrage sera mauvais.</p>	<p>Il est possible de caler avec précision le joint en fonction de la température à la pose. Le choix du modèle peut se faire au mieux après avoir pu, éventuellement, bénéficier du retrait-fluage.</p>	<p>En général facile et précise.</p>	<p>Le délai est celui lié à la prise du mortier de la longrine. Il peut varier de quelques heures (liant amélioré et enceinte chauffée) à quelques jours (béton de ciment)</p>	<p>Obligation d'un support :</p> <ul style="list-style-type: none"> - propre et sain, - sans laitance, - et sec. 	<p>Coût de pose limité à celui du joint lui-même.</p>	
PAR ANCRAGE DANS DES TROUS FORÉS	<ul style="list-style-type: none"> - Béton d'ancrage monolithique avec celui de la structure. - Position relative des ancrages et du ferrailage entièrement inconnue. Si les aciers sont mal placés l'ancrage aura aucune efficacité. 	<p>Il est possible de caler avec précision le joint en fonction de la température à la pose. Le choix du modèle peut se faire au mieux après avoir pu, éventuellement, bénéficier du retrait-fluage.</p>	<p>Pose facile mais la précision est dépendante de la précision d'implantation des trous et des difficultés de réalisation : présence d'aciers par exemple.</p>	<p>Sous réserve d'utiliser un mortier de calage à prise rapide, le joint peut être mis en circulation quelques heures après la mise en oeuvre.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Nécessite l'emploi d'un mortier de calage avec tous les problèmes liés à son emploi. cf § 4.2.8 nota. - Obligation de soin quant à la propreté et à la siccité du trou. 	<p>Coût intermédiaire entre la solution par ossature gabarit et celle par feuillure.</p>	

CHAPITRE 5 - LIAISON DU JOINT A L'ETANCHEITE DE L'OUVRAGE ET ETANCHEITE DU JOINT

5.1 - Le solin de raccordement entre le trait de scie et le joint
Liaison du joint à l'étanchéité générale de l'ouvrage

5.1.1 - Principes généraux (les références renvoient au STER 81)

La méthode de pose des joints après mise en oeuvre du revêtement, telle que décrite dans le chapitre IV*, entraîne une coupe du revêtement et surtout de l'étanchéité. Dans le cas d'une étanchéité par film mince adhérant au support (sous dossier E, ch.III) la probabilité d'une contamination à l'interface est quasiment nulle puisque le film d'étanchéité adhère fortement au béton (adhérence supérieure à 10 bars).

Dans le cas d'une étanchéité à base de bitume (mastic d'asphalte ou feuilles préfabriquées, sous dossier E, ch.II et ch.IV) le **risque d'un cheminement de l'eau à l'interface existe** (fig.59 et 60). Il a d'ailleurs été observé : voir, sous dossier E, ch.I, p.25, où un défaut de raccordement d'un joint à l'étanchéité a été mis en cause dans un désordre.

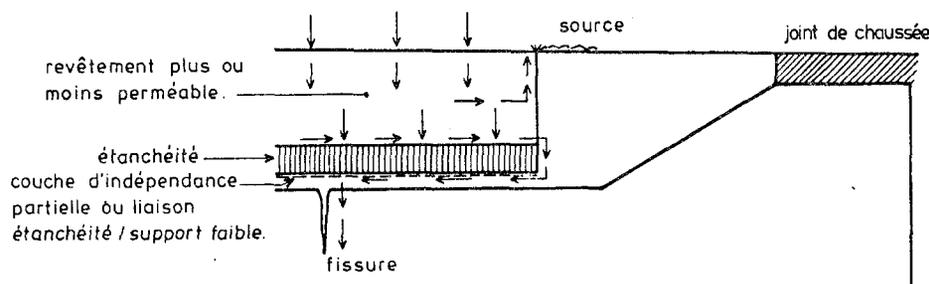


Figure 59
Les cheminements possible de l'eau.



Figure 60
Cette source à l'amont d'un joint peut être à l'origine de verglas et d'un dés-enrobage des granulats.

* Les joints "non apparents à revêtement" ne sont pas concernés.

Pour éviter le contournement de l'étanchéité et une contamination de l'interface béton de structure - chape d'étanchéité, il faut "fermer" les bords et drainer cette zone. La solution classique qui consiste, sur les terrasses ou au droit des corniches des ouvrages, à relever l'étanchéité dans une engravure (sous dossier E, ch.II, § 9) n'est pas possible ici. Il convient donc de rechercher d'autres solutions qui sont décrites ci-après avec leurs avantages et leurs limites.

NOTA: Le choix de la solution à adopter est laissé à l'appréciation du Maître d'Oeuvre en fonction des considérations développées ci-après. Il est à noter que ce choix doit être fait avant la signature du marché car le coût des solutions n'est pas comparable ou n'est pas à la charge des mêmes intervenants.

5.1.2 - Liaison à l'étanchéité par bavette et solin en asphalte gravillonné

5.1.2.1 - Description

Il s'agit de la solution mise au point lors de l'élaboration du dossier JADE 68.

La liaison à l'étanchéité est réalisée par une bande en élastomère de 2 mm d'épaisseur ne se détruisant pas au contact du mastic d'asphalte mis en oeuvre à 220 - 230°C. Cette bande est pincée sous les éléments du joint et est prise en sandwich dans le mastic côté étanchéité. Fig.61.

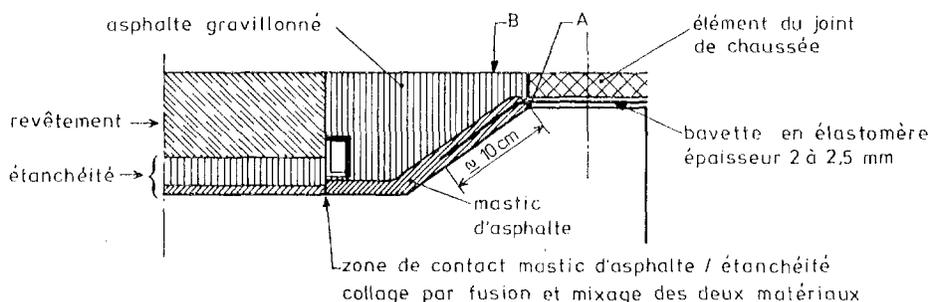


Figure 61
Principe de la liaison par prise en sandwich d'asphalte.

Ensuite le volume limité par le flanc scié du tapis, le béton du tablier ou la bavette de raccordement et le joint, est rempli par un produit qui doit avoir les caractéristiques suivantes :

- ne pas nécessiter de compactage pour durcir,
- ne pas avoir de retrait,
- avoir les mêmes qualités d'uni que le béton bitumineux,
- se mettre facilement en oeuvre dans ce faible volume.

En l'absence d'autres matériaux satisfaisants, il était fait appel à l'asphalte gravillonné.

5.1.2.2 - Les inconvénients

A l'expérience cette méthode, qui s'inspire des dispositions conformes au DTU, présente une efficacité peut être plus théorique que réelle si l'on tient compte des problèmes qui mettent en cause son efficacité.

- a) la bavette en élastomère, lors de la prise en sandwich dans le mastic d'asphalte pur, piège, en "A" sur la fig.61, de l'air qui provoquait une instabilité du solin en asphalte. Ce phénomène peut être accentué par l'utilisation de bavette plus épaisse parfois choisie quand celle-ci joue le rôle d'une étanchéité dans le vide du joint.

La mauvaise tenue de l'asphalte gravillonné était aggravée dans certains cas par la faible épaisseur de matériau au ras du joint (en B sur la fig.61).

- b) le produit de remplissage en asphalte gravillonné, présente de fréquents désordres : gonfles, fluage, épaufrures, etc. Fig. 62.

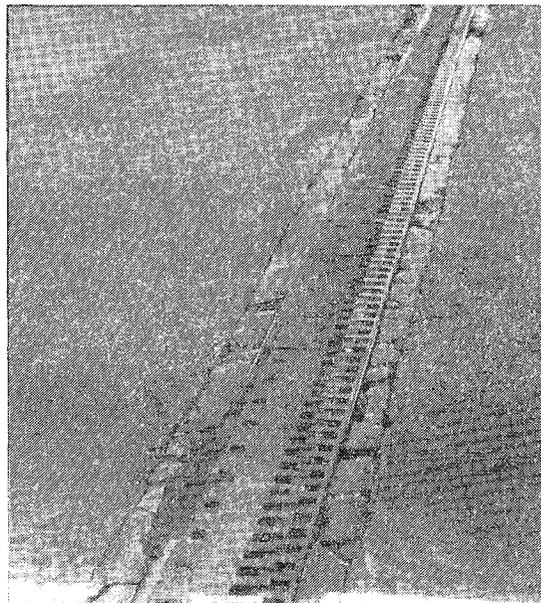


Figure 62
Des exemples de désordres sur un solin
en asphalte gravillonné.
Ci-contre: l'usure qui rend apparentes
les têtes des ancrages du joint,
Ci-dessus: épaufrures.

- c) sa fabrication et sa mise en oeuvre sont obligatoirement sous-traitées à une entreprise spécialisée : l'asphalteur. Les relations entre cette profession et le poseur du joint sont délicates pour diverses raisons: responsabilités, qualification, etc. mais aussi, il faut malheureusement le noter, un manque de sensibilisation de cette profession à la nécessité d'une qualité parfaite du produit pour lui permettre de jouer son rôle de support de la circulation pendant une durée de vie notable.

d) enfin, économiquement, le volume de matériau mis en oeuvre est faible : environ 50 l/ml de coupure soit 120 kg/ml. Il justifiait difficilement une fabrication spéciale et un transfert en pétrin, dont la capacité minimale est de 8 t, sur le lieu de pose, surtout en rase campagne loin d'un centre de fabrication (voir STER 81, sous dossier E, ch.II, § 5). Or il faut savoir que l'étancheur facture au poseur de joint la "bouille" complète et non la quantité de matériau mis en oeuvre: par exemple 2 à 3 t pour un pont comportant 2 x 10m de joint.

Tous ces inconvénients et surtout le dernier expliquent que l'on ait cherché d'autres solutions ne faisant pas appel à ce matériau par ailleurs séduisant.

5.1.3 - Liaison à l'étanchéité par habillage du joint et solin en asphalte gravillonné

Cette liaison est une variante de la solution précédente par suppression de la bavette de liaison à l'étanchéité. Le mastic d'asphalte pur est alors coulé entre le trait de scie et le joint. Ce mastic habille le talon des éléments métalliques Fig.63 et 64.

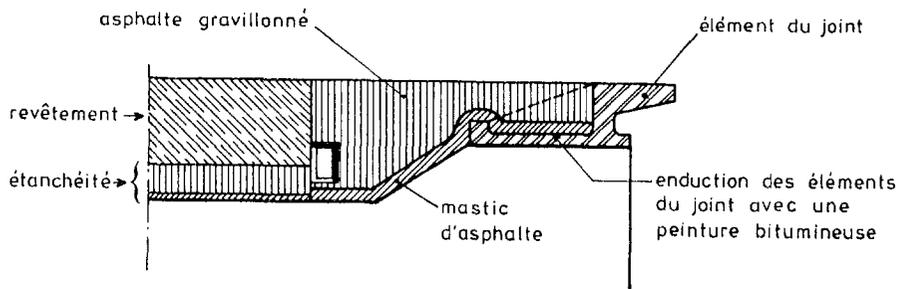


Figure 63
Principe de la liaison sans bavette.

Cette méthode ne supprime pas l'inconvénient du point a/ du §5.1.2.2 précédent.

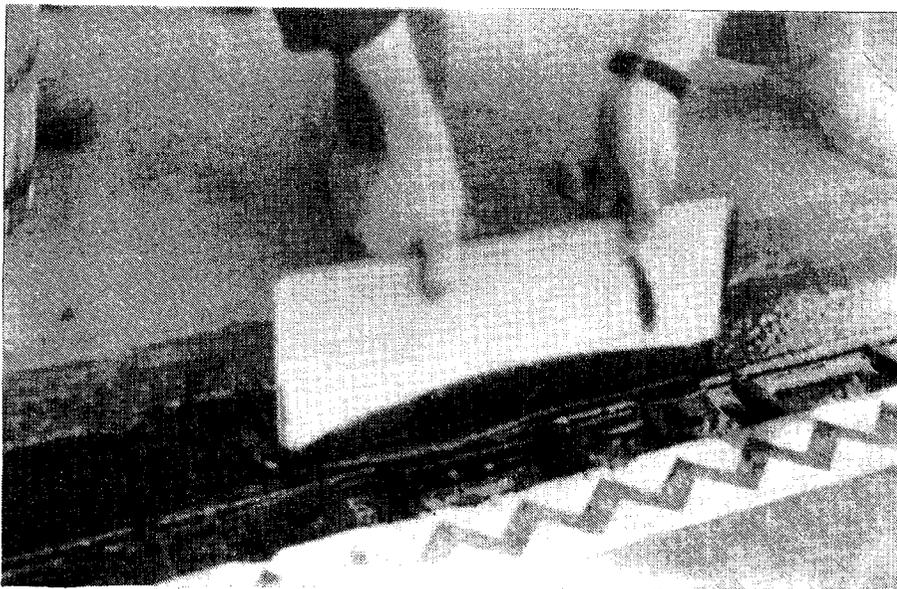
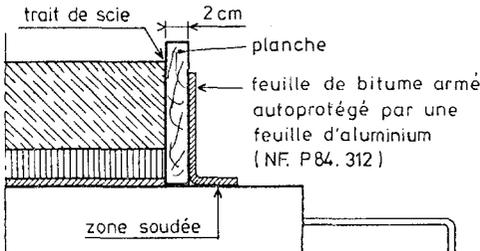


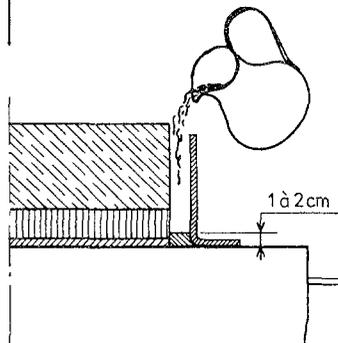
Figure 64
Habillage du talon du joint par l'asphalte pur.

Elle n'est, d'autre part, possible qu'avec certain modèle de joint (de moins en moins utilisé car remplacé par des modèles plus performants). Bien que nous n'ayons pas constaté de désordres particuliers provenant d'un défaut de la liaison à l'étanchéité de l'ouvrage suivant ce principe, cette disposition ne paraît pas techniquement la plus satisfaisante.

Figure 65
Les étapes de la fermeture de l'étanchéité et de la pose du drain dans le cas d'un solin en béton.

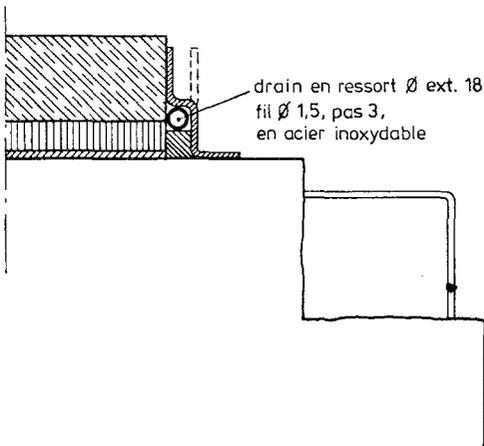


a) mise en place de la feuille de bitume armé



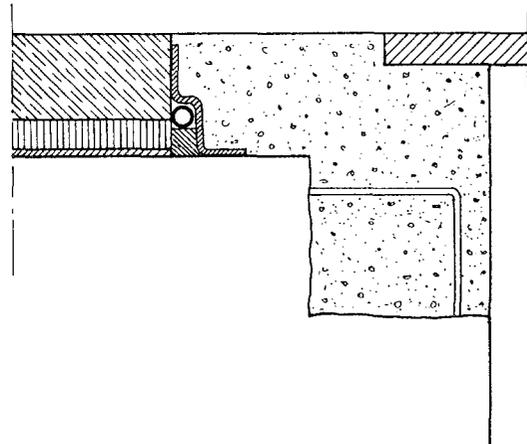
Le matériau est fondu à 220° environ. Il est mis en œuvre à cette température, aussi il se marie parfaitement à l'étanchéité et à la feuille.

b) jonction étanchéité - feuille



c) mise en place du drain

d) bétonnage du joint et du solin



5.1.4 - Solin en béton de ciment et fermeture de l'étanchéité

5.1.4.1 - Description

La technique mise au point après plusieurs expériences et essais consiste à réaliser le bétonnage de la feuillure (quand il s'agit d'une pose en feuillure*) jusqu'au niveau de la surface de roulement sans reprise de bétonnage ni mise en oeuvre d'autre matériau.

Au droit du trait de scie le poseur du joint réalise une fermeture de l'étanchéité selon la technique décrite sur la fig.65.

5.1.4.2 - Avantages

Les principaux avantages sont les suivants :

- rapidité de la mise en oeuvre puisque le poseur du joint n'a pas à faire intervenir un sous-traitant;

- En cas de défaut, de désordre ou de mauvaise tenue la responsabilité est bien évidente: le poseur du joint;

- Coût réduit puisque le béton du solin coute moins cher que l'asphalte gravillonné;

- Le béton de ciment réalise un massif qui, par sa meilleure tenue que l'enrobé à l'usure ou à l'ornièrage, assure une protection efficace de l'arête du joint côté revêtement: le joint sera moins sollicité par les chocs des roues;

5.1.4.3 - Inconvénients

a) Si les venues d'eau à partir du revêtement ne risque pas d'atteindre l'interface étanchéité/support il reste que la zone de l'ouvrage à l'aplomb du solin ne comporte pas d'étanchéité. Or elle correspond à une zone sensible de l'ouvrage (ancrage des cables de précontrainte proche de la surface) et la moindre faille dans l'étanchéité pourrait être grave de conséquence. Fig.66.

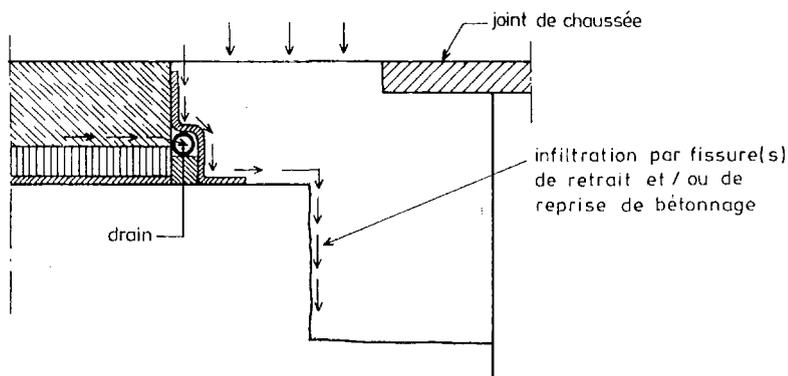


Figure 66
Le cheminement possible de l'eau au droit d'un solin en béton.

* La technique de fermeture de l'étanchéité peut être valablement retenue pour le cas de joint non posé en feuillure, scellé par ancrage dans des trous forés par exemple.

T A B L E A U C O M P A R A T I F D E S D I V E R S E S S O L U T I O N S D E R A C C O R D E M E N T D U J O I N T À L' É T A N C H É I T É

TECHNIQUES DE RACCORDEMENT	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	OBSERVATIONS CONCLUSIONS
Par bavette prise en sandwich dans l'étanchéité et solin en asphalte gravillonné. § 5.1.2.	<ul style="list-style-type: none"> - Disposition de liaison efficace dans le principe; - Conforme aux règles de l'art; - Matériau du solin : <ul style="list-style-type: none"> . facile à mettre en oeuvre dans un faible volume, . présente un bon uni, identique à celui de l'enrobé, . sans retrait. - Pas d'attente pour mettre en circulation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité réelle moins sûre compte tenu des inconvénients; - Mauvaise tenue de l'asphalte gravillonné : faible épaisseur, qualité défectueuse, présence d'air sous la bavette, fluage, etc. - Nécessite l'intervention d'un tiers : l'asphalteur avec un partage des responsabilités difficile à cerner; - Coût élevé. 	Solution bonne dans le principe mais d'une tenue dans le temps assez peu satisfaisante, nécessite un contrôle rigoureux de la qualité des produits.
Par habillage du talon du joint et solin en asphalte gravillonné. § 5.1.3.	<ul style="list-style-type: none"> - Disposition facile à mettre en oeuvre; - Elimine les problèmes liés à la présence de la bavette; - Matériau du solin : <ul style="list-style-type: none"> . facile à mettre en oeuvre dans un faible volume, . présente un bon uni, identique à celui de l'enrobé, . sans retrait. - Pas d'attente pour mettre en circulation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité douteuse : mauvaise adhérence de l'asphalte sur le joint; - Mauvaise tenue de l'asphalte gravillonné : faible épaisseur, qualité défectueuse, présence d'air sous la bavette, fluage, etc. - Nécessite l'intervention d'un tiers : l'asphalteur; - Coût élevé; - Limité à certains types de joint. 	Solution assez peu satisfaisante dans le principe. Limitée à des produits de moins en moins commercialisés.
Par fermeture de l'étanchéité et solin en asphalte gravillonné.	<ul style="list-style-type: none"> - Disposition facile à mettre en oeuvre; - Fermeture de l'étanchéité et drainage de l'interface étanchéité/enrobé efficaces; - Pas de problème de tenue lié à la présence de la bavette; - Matériau du solin : <ul style="list-style-type: none"> . facile à mettre en oeuvre dans un faible volume, . présente un bon uni, identique à celui de l'enrobé, . sans retrait. - Pas d'attente pour mettre en circulation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Laisse une zone entre le trait de scie et le joint sans étanchéité; - Mauvaise tenue de l'asphalte gravillonné : faible épaisseur, qualité défectueuse, présence d'air sous la bavette, fluage, etc. - Nécessite l'intervention d'un tiers : l'asphalteur; - Coût assez élevé. 	Si l'on a une bonne fermeture de l'étanchéité et un bon drainage de l'interface de étanchéité/enrobé, il subsiste les inconvénients de l'asphalte gravillonné.
Par fermeture de l'étanchéité et solin en béton de ciment. § 5.1.4.	<ul style="list-style-type: none"> - Rapidité et facilité de mise en oeuvre; - Délimitation précise des responsabilités en cas de désordres; - Tenue du béton satisfaisante aux sels de dever glaçage et aux cycles de gel/dégel; - Fermeture de l'étanchéité et drainage de l'interface étanchéité/enrobé efficaces; - Coût réduit. - Le béton réalise un massif de protection du joint contre les chocs des roues. 	<ul style="list-style-type: none"> - Laisse une zone entre le trait de scie et le joint sans étanchéité; - Retrait et fissuration du béton; - Difficultés du raccord joint/étanchéité dans la partie sous la bordure de trottoir - Délai d'attente pour mettre en circulation 	Les inconvénients paraissent acceptables au regard des avantages nets apportés après cette disposition.

b) D'autre part les liaisons aux relevés derrière les bordures de trottoirs ou dans la corniche sont délicates à bien faire et une malfaçon involontaire est toujours possible. Or il ne faut pas oublier que l'on est dans la zone du point bas du profil en travers ! Fig.67.



Figure 67
Les difficultés de raccord du drain avec l'évacuation générale des eaux, du relevé du joint et du relevé d'étanchéité dans la zone de la bordure de trottoir.

c) La tenue du béton de ciment aux sels de déverglaçage et aux cycles de gel-dégel semble satisfaisante mais ceci reste un point d'interrogation. Certains incidents doivent inciter à rechercher des améliorations sur la qualité du béton de ce point de vue (serrage par le vide, imprégnation...).

d) L'aspect "teinte claire du béton" parfois avancé ne nous paraît pas un inconvénient majeur d'autant qu'il est possible (et c'est utilisé) de noircir le béton par un colorant (le noir de carbone).

5.1.5 - Autres dispositions

L'une de celles-ci est utilisée avec les joints à lèvres de béton ("époxy nosing"). Pour ceux-ci des expériences ont montré que certaines formulations de matériau adhéraient correctement au bitume et d'autres non (voir les Avis Techniques). Donc la nécessité de la fermeture de l'étanchéité ne se pose pas si cette adhésion est bonne, par contre il faut drainer et la disposition de la fig 56 paraît satisfaisante.

Une autre solution est celle de la fig 68. Elle suppose l'emploi de matériau performant au niveau de l'adhésion sur le bitume, ce qui paraît facile, et sur le métal ce qui est loin d'être évident.

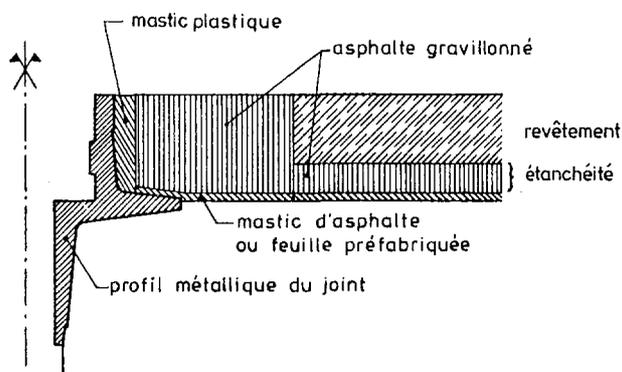


Figure 68
Principe de la liaison du joint à l'étanchéité par l'intermédiaire d'un mastic plastique.

C'est une disposition très courante en Suisse et en Allemagne en particulier mais pratiquement non usitée en France aussi nous ne porterons aucun avis sur son intérêt et son efficacité.

5.1.6 - Conclusions

En l'état actuel de nos connaissances il ne nous est pas possible de prendre nettement position en faveur de l'une quelconque des dispositions techniques de la liaison à l'étanchéité. Compte tenu de l'évolution des matériaux l'orientation consiste à définir un domaine d'emploi propre à chacune des techniques en attendant la mise au point de solutions plus satisfaisantes ou l'apparition de matériaux plus performants.

Il appartient au Maître d'Oeuvre de choisir la disposition la mieux adaptée à son ouvrage sur la base des éléments fournis dans les paragraphes précédents, résumés dans le tableau ci-joint et complétés par les appréciations suivantes.

- la solution 5.1.2 (bavette et solin asphalte) paraît donner une meilleure probabilité de bonne étanchéité. Elle devrait donc être à préférer quand un risque important existe au niveau de la structure : hourdis fragile, ancrages de précontrainte proches de la surface, étanchéité posée en indépendance... Il faut savoir cependant que c'est une solution couteuse dont la tenue sous trafic est fortement liée à une bonne qualité des matériaux et à une mise en oeuvre soignée rarement obtenues.

- les solutions 5.1.3 (habillage du joint et solin asphalte), 5.1.4 variante (fermeture de l'étanchéité et solin asphalte) et 5.1.4 (fermeture de l'étanchéité et solin béton) comportent un risque que l'expérience de quelques années d'emploi nous amènent à considérer comme faible et leur emploi peut s'envisager sur des structures massives, en BA par exemple ou sur hourdis en BA de pont à poutre à fils adhérents.

- la solution 5.1.4 (fermeture de l'étanchéité et solin béton), la moins couteuse des trois, est nettement préférée par les poseurs de joint pour des raisons d'articulation de chantier,

- les différences de coût ne permettent pas de laisser la concurrence jouer, c'est au Maître d'Oeuvre de décider ce qu'il veut et de le préciser dans son marché (voir annexe).

5.2 - Etanchéité du joint et/ou récupération des eaux

5.2.1 - Principes généraux

La conception des joints français privilégie les joints séparant la fonction étanchéité de la fonction support du trafic.

De ce fait le système d'étanchéité ou de récupération des eaux est indépendant de la partie mécanique du joint. Ceci permet les trois types de solutions suivantes:

- le joint est étanche,
- le joint n'est pas étanche et on recueille les eaux dans:
 - . une bavette
 - . une gouttière.

5.2.2 Le joint est étanche par lui-même

Ces joints appartiennent aux modèles de la famille à "bande" (§ 3.1.1.2a), à certains modèles à "pont en porte à faux" (§ 3.1.1.2b) et à la plupart des modèles à "lèvres" (§ 3.1.1.2c)*.

Ils comportent un profil compressible assurant, dans les conditions normales de fonctionnement du joint, une étanchéité à l'eau et aux matériaux.

En général il s'agit de joint de souffle inférieur à 4/5cm parfois 8 cm. Cependant certaines conceptions de joint permettent d'utiliser des profils d'étanchéité jusqu'à des valeurs importantes du souffle: 25 à 30cm.

Dans certains joints de conception étrangère le module de base étanche est multiple et appuyé sur une charpente (voir § 3.1.1.2c).

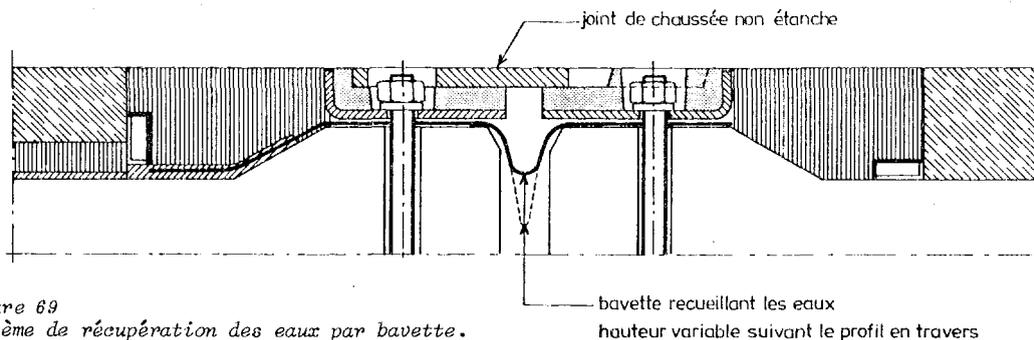
Quand le profilé ou l'élément compressible n'entraîne qu'une réaction (poussée ou traction) négligeable c'est une disposition très valable pour assurer la fonction étanchéité. Cependant, pour certains modèles, la valeur de la réaction constitue un inconvénient nettement plus pénalisant que l'intérêt d'une étanchéité.

5.2.3 - Le joint n'est pas étanche par lui même

Il est alors nécessaire de lui adjoindre un dispositif de recueil des eaux.

5.2.3.1 - Recueil des eaux par bavette

Une disposition qui a été couramment utilisée ces dernières années consistait à assurer l'étanchéité par une bavette pincée sous les éléments métalliques du joint. Cette bavette formait dans le vide du joint une lyre de hauteur variable suivant l'axe longitudinal du joint. Fig.69. Au point bas un ajutage recueillait les eaux pour les conduire au réseau de drainage de l'ouvrage et non pas déboucher sur le chevêtre ou sur les appareils d'appui! Fig.70.



A l'expérience il s'est avéré que cette solution était loin d'être aussi efficace qu'on aurait souhaité :

- La pente longitudinale de la lyre qui a été ménagée est

* Le cas des joints "non apparents à revêtement" (§ 3.1.1.2.d) n'est pas traité ici.

souvent insuffisante: elle provoque une stagnation d'eau et de saletés qui sèchent en été avec le risque d'un blocage du vide du joint. Fig.71.

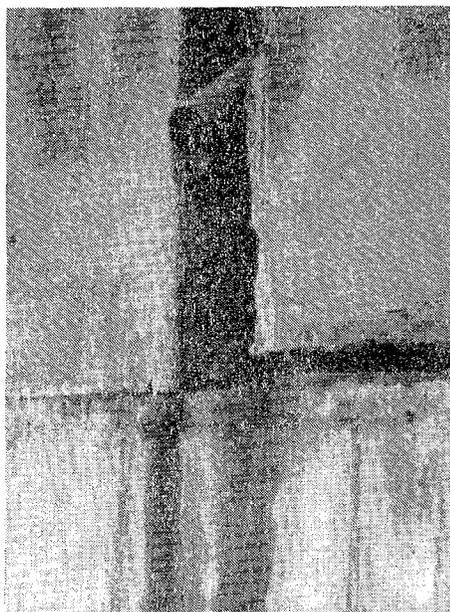


Figure 70
L'ajutage d'un drainage du joint ne doit pas déboucher n'importe où.
Le dessin ci-dessous montre une solution possible de raccord au réseau d'évacuation des eaux de l'ouvrage.

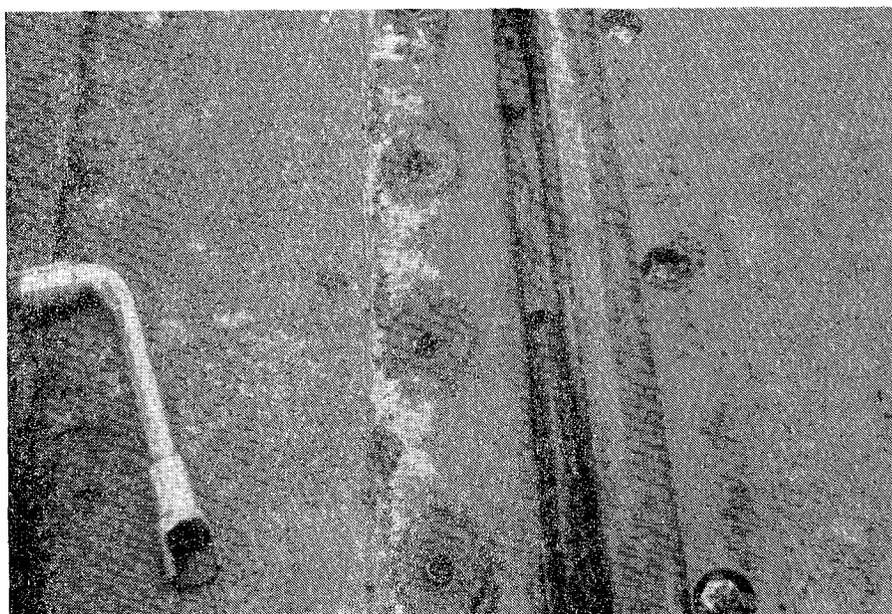
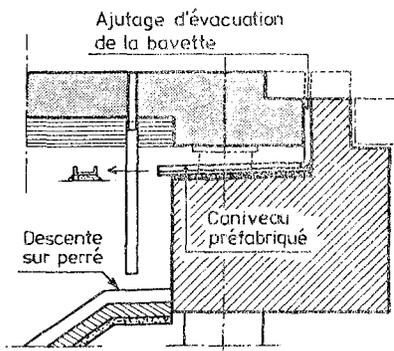


Figure 71
Encrassement de la bavette, ici après environ 1 an de service.

- Cet encrassement oblige à un entretien périodique certes possible mais délicat à mettre en place et à exécuter.

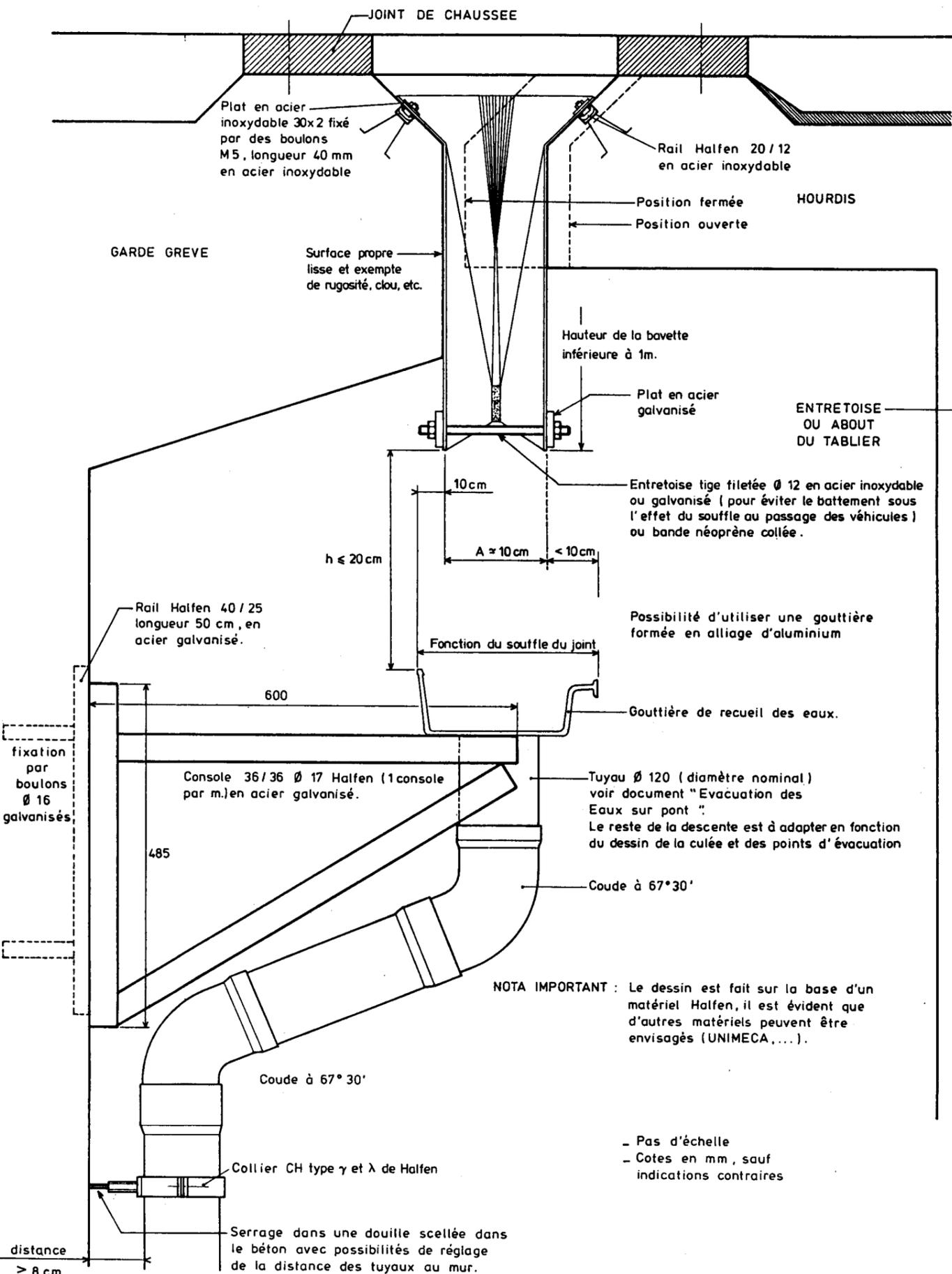
- Le néoprène de cette bavette s'use par frottement sur le béton et son percement lui faisait perdre sa qualité étanchéité.

- l'élastomère utilisé n'était pas toujours d'une qualité suffisante pour résister aux agents chimiques et au vieillissement: craquelures, fissures, fragilité...

Sans éliminer totalement ce mode d'étanchéité du joint il paraît sage de ne le réserver qu'à quelques cas particuliers: par exemple en doublon d'un joint presque'étanche et si l'on souhaite une étanchéité à 100% durable.

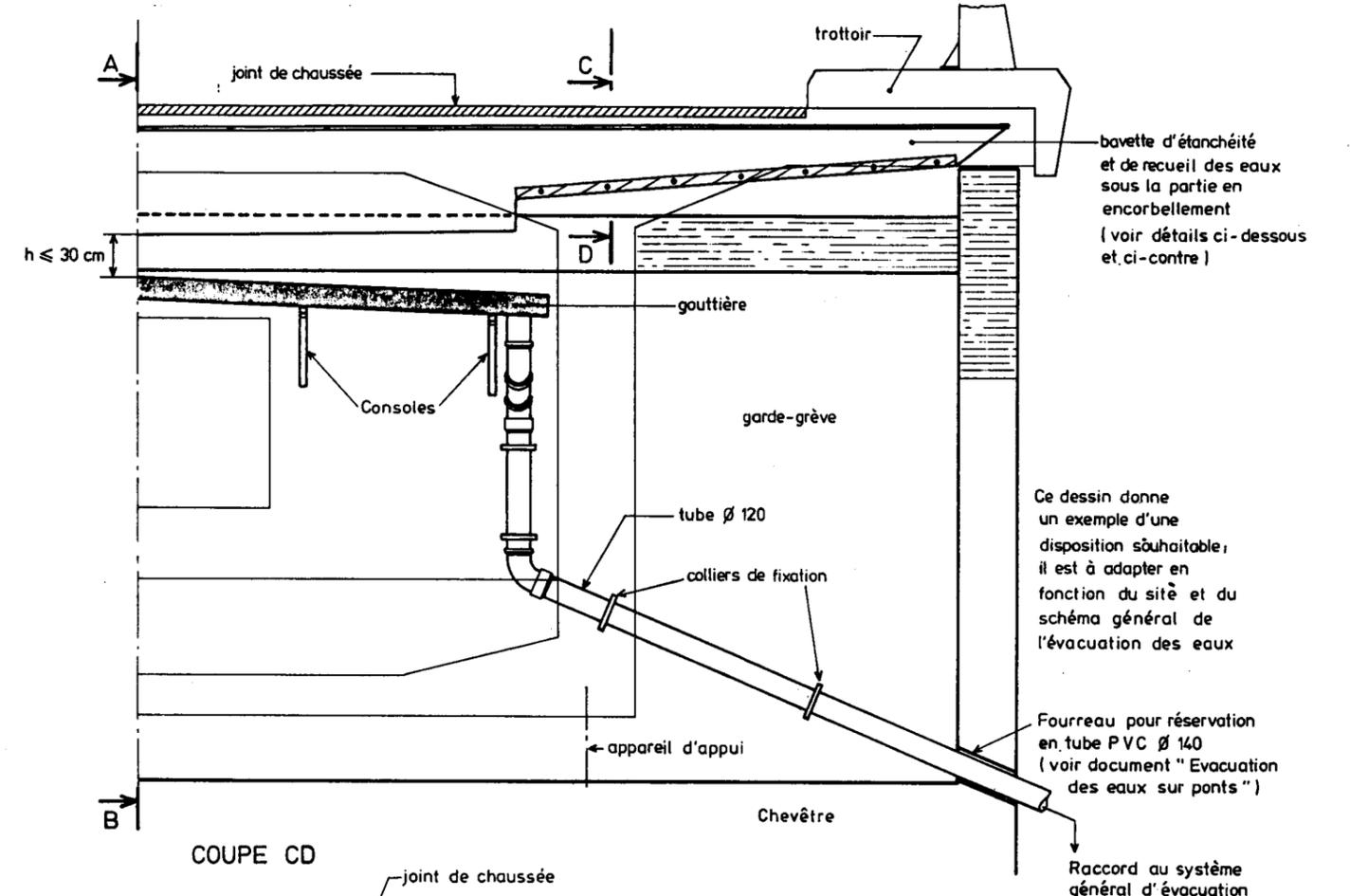
Figure 72
Système(s) de récupération des eaux

COUPE AB



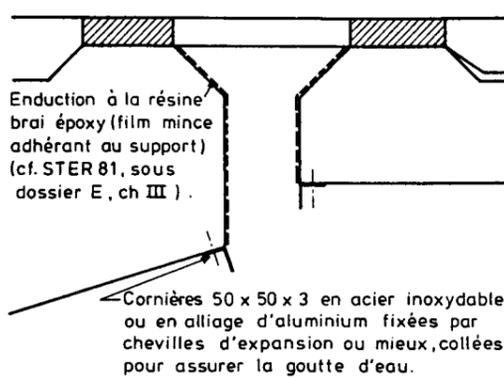
- Pas d'échelle
- Cotes en mm, sauf indications contraires

sous un joint de chaussée non étanche.



Il est possible de prévoir une telle bavette dans tout le profil en travers, sous le joint de chaussée et sous les trottoirs. Grâce à une pente longitudinale adéquate les eaux drainées seront conduites à l'évacuation représentée sur le dessin ci-contre.

VARIANTE



5.2.3.2 - Gouttière de récupération des eaux

Le recueil des eaux est assuré par des dispositions particulières sous le joint. Elles s'inspirent des dispositifs de la fig.72 qui donnent une égale satisfaction.

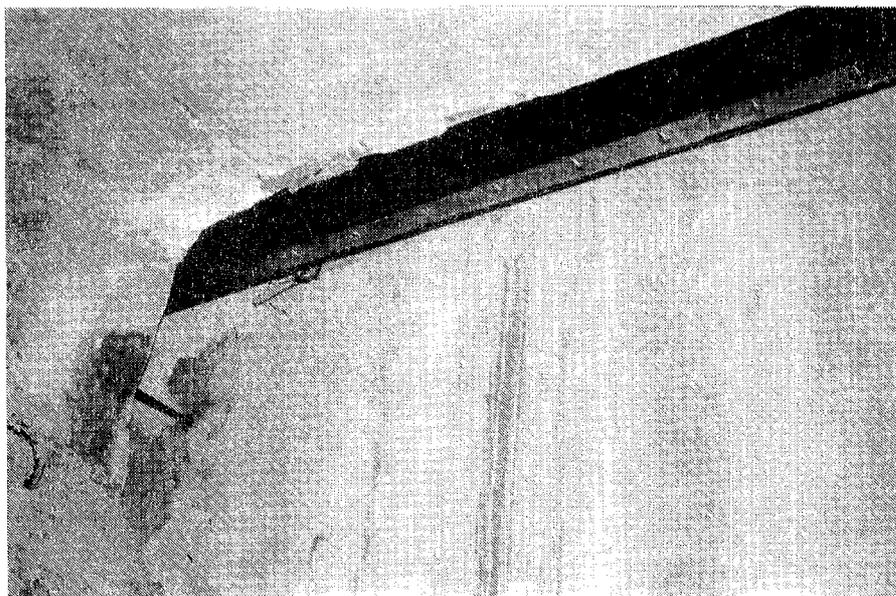


Figure 73
Une bavette démontable.

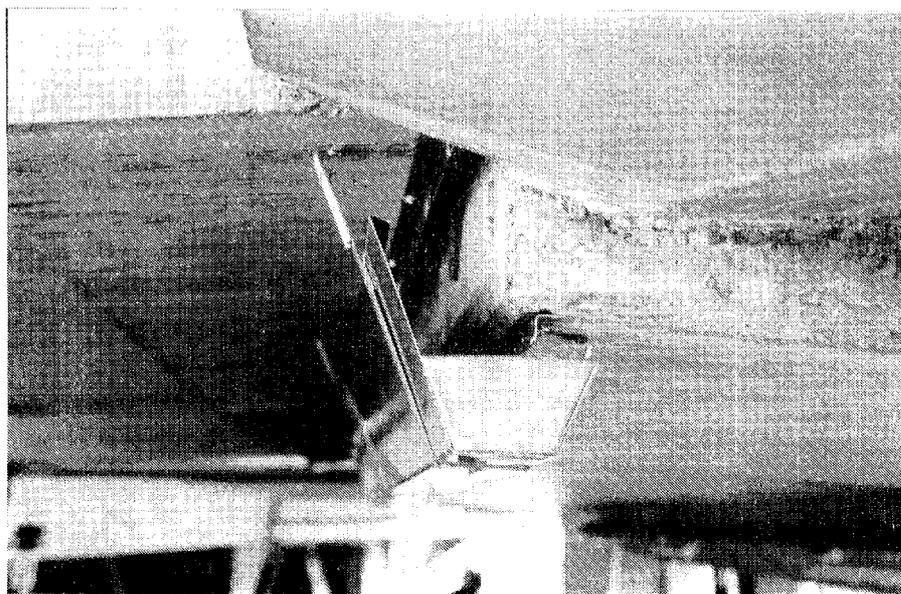


Figure 74
Chêneau de récupération des eaux en alliage d'aluminium sous un joint de faible souffle.

- la bavette démontable,
- le chéneau de récupération.

Elles sont surtout adaptées au cas des joints à souffle supérieur ou égal à 10 cm*, et semblent présenter les avantages suivants:

* Leur emploi pour des joints de souffle plus faible est cependant envisageable.

. l'entretien est facile et se fait par en dessous. Ceci suppose de pouvoir disposer d'un accès en dessous du joint ce qui est souhaitable pour d'autres motifs*. La conception de l'ouvrage devra en tenir compte et ceci est donc à prévoir dès le stade du projet.

. pas d'interruption du trafic pendant l'opération de nettoyage et meilleure sécurité pour le personnel,

. efficacité qui a été prouvée sur les sites déjà équipés,

. réparation possible par échange des pièces du dispositif qui est conçu à cet effet.

Voir les photos des fig.73, 74 et 75.

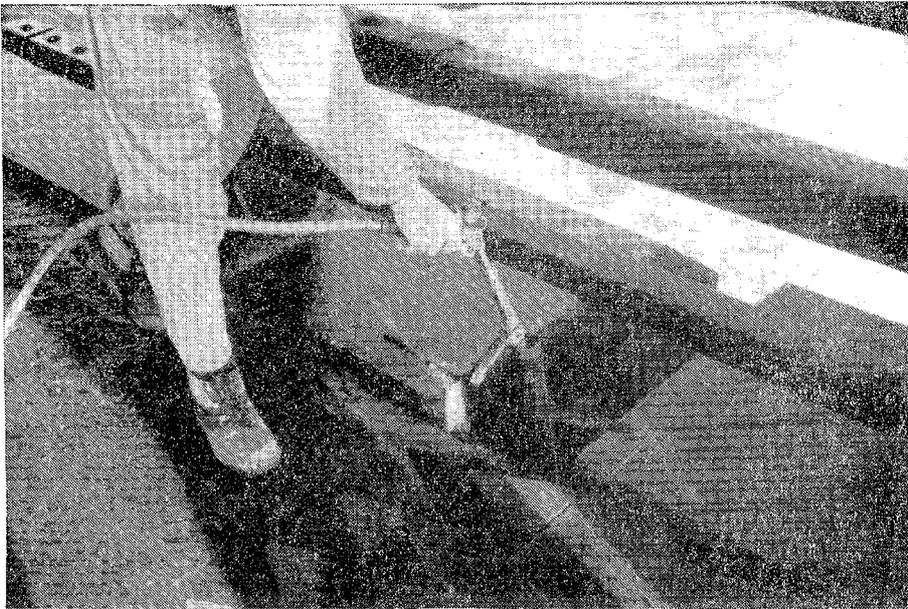
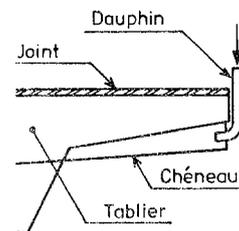


Figure 75
Chantier de nettoyage d'un chéneau par l'eau sous pression, à partir de la chaussée.



Enfin le raccordement au réseau général d'évacuation des eaux de l'ouvrage est à faire. Voir le Document "Evacuation des eaux sur pont", en préparation.

5.3 - Drain

Fermer l'étanchéité au droit du trait de scie est une chose mais faire en sorte d'évacuer le plus rapidement possible l'eau circulant dans le corps de l'enrobé et arrivant dans cette zone est important.

Ce sera le rôle du drain. Deux produits sont utilisés:

a) un tube en alliage d'aluminium AGS X 636 de 28x12,5x2 mm muni de fentes de 2 mm de large tous les 5 cm intéressant une demi section diagonale.

Ce drain est mis en place au droit du trait de scie:

* Voir, en particulier, les conseils donnés par le SETRA sur les incidences sur la conception des ouvrages en vue de la visite.

- verticalement pour les étanchéités asphalte ou B3A,
- horizontalement pour les étanchéités par film mince et en feuilles préfabriquées.

Dans l'un et l'autre cas les plans des fentes sont respectivement placées en bas et dans le plan vertical du trait de scie.

Les éléments de drain sont juxtaposés et fixés ensemble (bande autocollante par exemple).

b) un ressort en acier inoxydable 18/8 de diamètre ϕ ext 18 mm avec un fil ϕ 1,5 mm et un pas de 3 mm.

Le premier est surtout intéressant pour le drainage des solutions "solin asphalte" et pour les joints à lèvres (§4.4.2.5 et fig 56). Le second est nettement plus valable dans les solutions "fermeture de l'étanchéité et solin béton".

Les eaux drainées sont ensuite conduites jusqu'au point bas du profil en travers. Un ajutage permet de relier le drain au système général d'évacuation des eaux de l'ouvrage Fig 58 et 67.

Les liaisons appropriées avec les drains longitudinaux seront à ménager.

NOTA: le drain n'est nécessaire qu'en amont du joint, en point bas du tablier, sur l'ouvrage.

5.4 - Conclusions

La réalisation d'une liaison efficace et durable entre le joint et l'étanchéité est primordiale pour la pérennité de la structure. Ceci ne doit pas être improvisé sur chantier mais être défini dès les dessins d'exécution.

Diverses solutions de solins existent; elles n'ont pas toutes la même efficacité, ni le même coût: le choix doit être décidé très en amont.

<p style="text-align: center;">CHAPITRE 6 - LES JOINTS SOUS REVÊTEMENT LES JOINTS DE TROTTOIRS ET DE BORDURES</p>
--

6.1 - La mise en oeuvre des joints sous revêtement

Les Avis Techniques précisent les techniques de pose, relativement simples par ailleurs.

Il n'est pas nécessaire, en règle générale, de prévoir une adaptation particulière (ferraillage, ancrage en attente, etc.) dans le béton d'about de l'ouvrage. Le support, surtout son coffrage, doit cependant être livré conformément aux spécifications de l'Avis Technique reprises dans le marché; ensuite le joint est mis en place selon le processus correspondant à chaque modèle.

Si le revêtement recouvrant le joint est le même qu'en section courante il est mis en oeuvre sur cette zone sans prescriptions particulières.

Si ce revêtement doit être de nature différente la technique actuelle consiste, après mise en oeuvre de l'étanchéité et du revêtement sur l'ouvrage et ses accès (cf § 4.2.2) à le découper et à l'enlever (voir § 4.2.3) pour mettre en place le matériau constituant le joint. Compte tenu de la qualité du matériau constituant le joint et des sollicitations que le joint transmet au revêtement adjacent, il est primordial que ce dernier soit de bonne qualité; sinon des désordres peuvent apparaître et ils ne seront pas imputables au joint.

6.2 - Les joints de trottoirs

6.2.1 Généralités

Si l'on dispose de solutions techniques globalement satisfaisantes pour le joint de chaussée lui-même, il faut bien reconnaître que les dispositifs équipant le joint entre les éléments de structures hors chaussée sont loin d'être aussi performants tant du point de vue de la tenue que de celle de l'étanchéité.

Contrairement à une idée préconçue le fait de ne pas avoir à supporter une circulation lourde ne facilite pas la mise au point de solutions simples, efficaces et fiables. Ceci tient au fait que la zone du trottoir est d'une géométrie parfois complexe et non standardisée.

La mise au point de solution implique que le projeteur examine en détail dès l'avant-projet l'ensemble de cette zone ce qui est rarement le cas faute de temps, ou bien en se disant que l'on verra plus tard. Or ce n'est pas au moment de la pose du joint de chaussée que doivent être mises au point les dispositions techniques du joint de trottoir comme on le verra plus loin.

Cette carence conduit à une pathologie importante du joint au droit du trottoir et, par conséquent, à des désordres au niveau de la structure: fuites et coulures d'eau sur les parements et les chevêtres,

défauts de liaison à l'étanchéité de l'ouvrage au droit du relevé, corrosion, danger pour la circulation des piétons (Fig.76), etc.

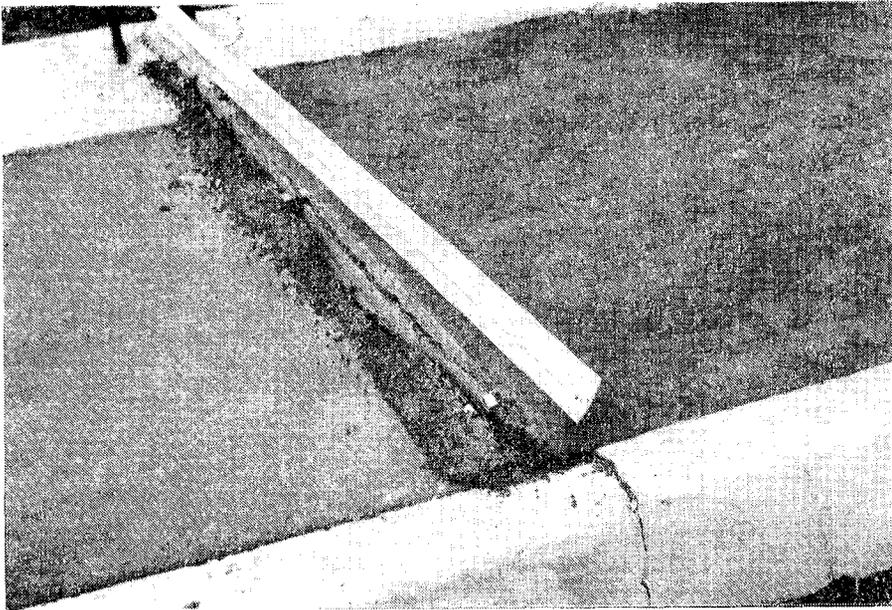


Figure 76
Mauvaise tenue d'un
joint de trottoir:
danger pour les pié-
tons.

L'examen de détail de cette zone de l'ouvrage montre qu'il y a trois parties distinctes et ayant chacune ses problèmes techniques*.

- le joint de structure au niveau de l'étanchéité sous trottoir (Fig.77.1),

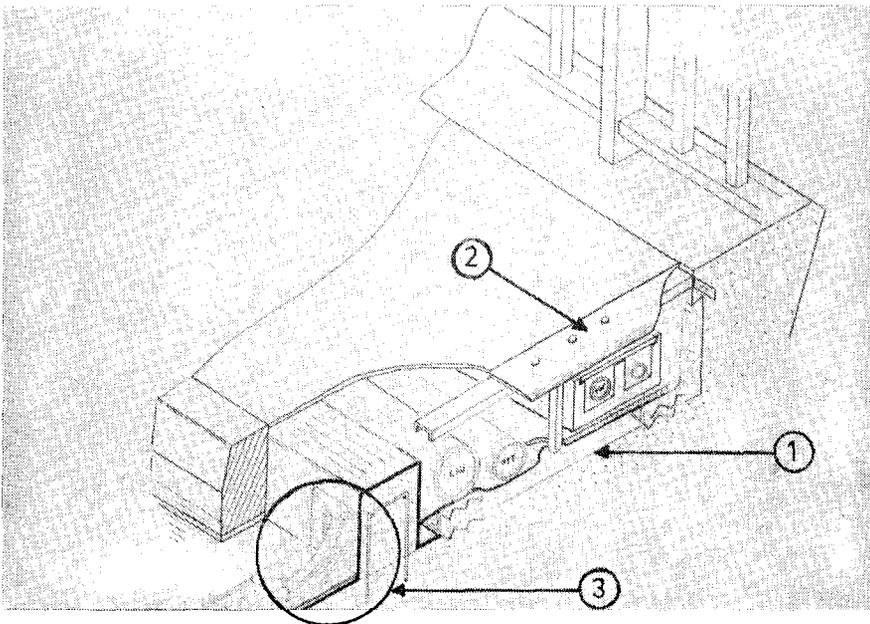


Figure 77
Vue perspective des
diverses parties du
joint dans la zone
du trottoir.

* Ceci dans la conception française des trottoirs, elle est différente dans d'autres pays comme l'Allemagne ce qui explique que les solutions appliquées le soient.

- le joint au niveau de la circulation des piétons (Fig.77.2)
- la jonction entre ces deux éléments ci-dessus et le joint de chaussée lui-même (Fig.77.3).

6.2.2 - Analyse des problèmes rencontrés

Ces problèmes sont de quatre ordres:

6.2.2.1. - Le temps

Le joint du point 1 de la Fig.77 ne peut être mis en oeuvre que lors de la pose de l'étanchéité dans le trottoir, voire un peu avant. A ce moment le joint de chaussée n'est pas encore posé et on ne peut pas demander, pour quelques mètres, l'intervention d'un spécialiste.

Par contre le joint de circulation des piétons et le relevé sont mis en oeuvre après la pose du revêtement, donc à la fin du chantier.

6.2.2.2 - L'espace

Cette zone est de géométrie très complexe et subit, parfois, un tel encombrement par les canalisations des concessionnaires que la place pour ancrer le joint est notoirement insuffisante.

6.2.2.3.- Le coût

Le chiffre d'affaire sur un linéaire trop faible ne permet pas d'intéresser des spécialistes pour la mise au point de solutions satisfaisantes. D'autre part l'étancheur, qui pourrait intervenir, n'est pas un spécialiste des joints et l'Entrepreneur de gros oeuvre considère ceci comme un détail sans intérêt.

6.2.2.4 - La technique

Le problème est délicat avec les raccordements à l'étanchéité, l'adaptation au biais de l'ouvrage, la forme des bordures, les rattrapages de cotes entre des dispositifs situés à trois niveaux différents, les liaisons entre les étanchéités des joints, etc.

Il convient d'ajouter, en outre, que le poseur du joint ne possède ni la qualification ni le matériel pour intervenir efficacement (sur la partie étanchéité).

6.2.3 - Qualités exigibles pour les joints de trottoirs

6.2.3.1 - Généralités

Faute de solutions techniques complètement satisfaisantes nous présentons les qualités exigibles pour chacune des parties et, si possible, les solutions qui peuvent être envisagées ou retenues. Par ailleurs les avis Techniques sur les modèles s'efforceront de donner les dispositions qui complètent le joint dans son relevé et sur le trottoir.

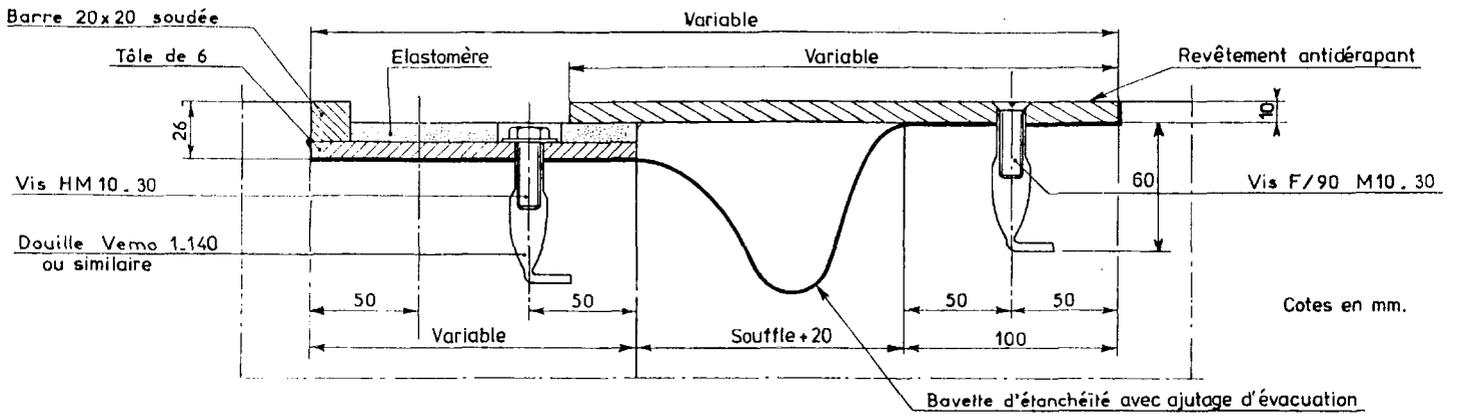


Figure 78 Un exemple de joint de trottoir à plaque.

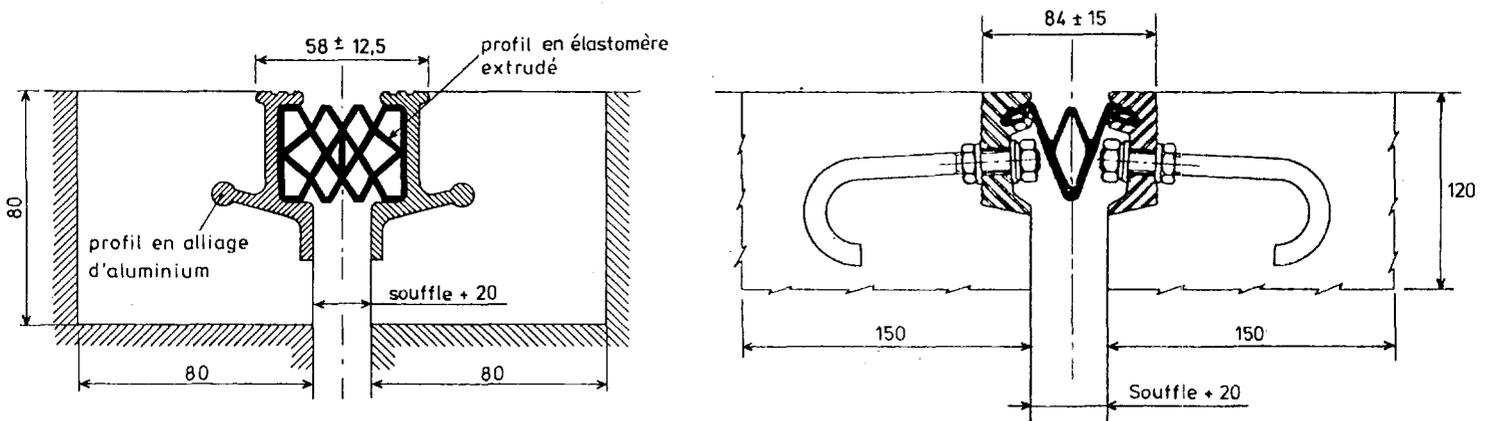


Figure 79 Joints de trottoirs modèles TA25 et TR50.

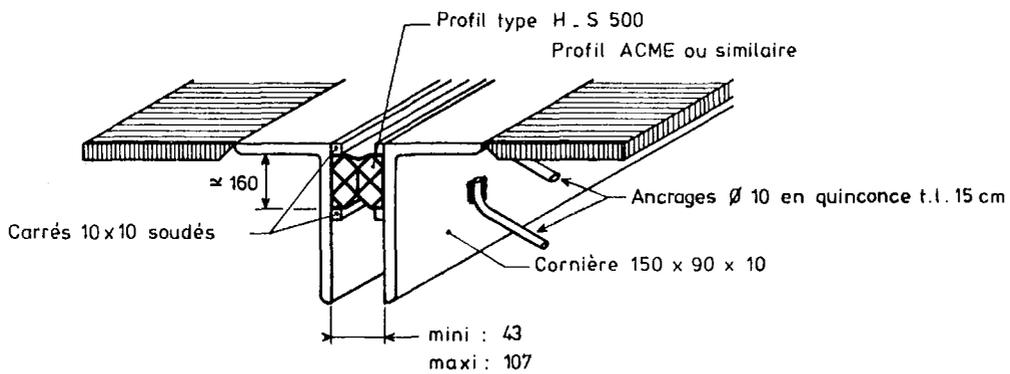


Figure 80 Joint de trottoir pour un souffle de 6 cm.

6.2.3.2. - Joint de structure au niveau de l'étanchéité

1) Qualités requises

- permettre la dilatation des éléments de structure en vis-à-vis*,
- être étanche ou avoir un dispositif efficace de recueil des eaux drainées par le corps du trottoir,
- être bien raccordé à l'étanchéité de l'ouvrage,
- être simple techniquement pour pouvoir être mis en oeuvre par du personnel non spécialiste,
- ne pas nécessiter d'intervention d'entretien car il est difficile, sinon impossible, d'intervenir sous les concessionnaires une fois ceux-ci en place.

2) Solutions possibles

Elles sont malheureusement peu nombreuses:

- bavette de recueil des eaux ou une gouttière fixée en sous face du hourdis (cf fig.72 et 74),
- si le souffle est faible (moins de 2 cm) et si l'étanchéité est à base de bitume: une solution inspirée du joint semi lourd III (voir Avis Technique),
- si l'étanchéité est en film mince adhérent au support: un profilé en élastomère entre deux cornières (cf Fig.80).

6.2.3.3 - Joint de circulation des piétons

1) qualités requises

- permettre la dilatation des éléments du corps du trottoir,
- ne pas être une source de danger pour les piétons, dont les enfants,
- satisfaire aux prescriptions du F 61 du CPC, Titre II, Chapitre II, en particulier l'article 12,2,
- être bien ancré, si possible dans un volume restreint pour conserver une section suffisante au corps du trottoir, et ainsi être protégé contre le vandalisme (Fig.76),
- pouvoir suivre un tracé en plan parfois en zig zag,

* A noter que, bien souvent, les éléments installés dans le corps du trottoir: canalisations, tubes... ne comportent pas de possibilités de dilatation correspondant au souffle du joint.

- être d'entretien facile,
- être d'un coût modéré par rapport au joint de chaussée.

2) Solutions possibles

- joint à plaque, avec ou sans bavette d'étanchéité, cf Fig.78,
- modèles TA25, TR50 et TR80 commercialisés par Cipec* Fig.79,
- profilé en élastomère, type ACME ou similaire, fixé entre deux cornières, cf Fig.80,
- joint léger hors chaussée type 5 (pour des souffles de 15 à 20 mm maxi),
- quand le corps du trottoir est recouvert par des dalles en béton: une dalle à cheval sur le joint (pour des souffles inférieurs à 2 à 3 cm).

trottoir 6.2.3.4 - Les relevés et la jonction joints de chaussée/

1) Qualités requises

- permettre la libre dilatation de la bordure de trottoir,
- assurer la continuité de l'étanchéité (ou du recueil des eaux) du joint de chaussée, donc être étanche aux venues d'eaux, voir fig.17, ch II,



*Figure 81
Le relevé du joint
est mal adapté au
biais et il présente
une aspérité par rap-
port au nu de la
bordure.*

* Ce nom de produit est cité ici à titre d'exemple, voir les Avis Techniques pour l'appréciation.

- être bien raccordé à l'étanchéité générale de l'ouvrage surtout si elle est relevée dans une engravure ou habille une contre bordure,
- dessiner, sans aspérités ni creux, la forme de la bordure de trottoir, voir Fig.81,
- ne pas être un point d'accumulation de saletés, ni de stagnation d'eau, Fig.81,
- pouvoir s'adapter au biais de l'ouvrage. Cette dernière exigence est l'une des plus contraignantes.

2) Les solutions possibles

Les fabricants poseurs de joints proposent, dans leur panoplie, des dispositifs pour ce relevé adaptés à chaque modèle de joint. Les Avis Techniques présentent les dispositifs et le chapitre III de ces Avis donne une appréciation sur la satisfaction du produit par rapport aux exigences énoncées ci-dessus.

6.3 - Conclusion

Il reste beaucoup à faire dans ce domaine des joints de trottoir et l'action des Maîtres d'oeuvre est primordiale pour envisager une amélioration. Cette action consiste à:

- établir des projets plus détaillés sur ces points,
- demander dans les marchés des solutions répondant aux critères définis ci-dessus,
- suivre la mise en oeuvre des joints pour ces parties et faire la chasse aux "improvisations".

**CHAPITRE 7 - ASPECTS ADMINISTRATIFS
CONSULTATION DES ENTREPRISES
PRÉPARATION DES MARCHÉS**

7.1 - Dévolution des travaux - Marché direct ou sous-traitance

La possibilité de marché séparé n'est nullement à écarter car elle peut s'avérer très intéressante pour les raisons suivantes :

- a) la pose après l'exécution du tapis peut n'avoir à intervenir que longtemps après que l'Entrepreneur de l'ouvrage ait quitté les lieux, ceci permet de profiter d'une partie du retrait fluage de la structure et, à l'extrême, peut entraîner le choix d'un joint d'un modèle inférieur en soufflé,
- b) le coût de fourniture et pose d'un joint, bien que ne représentant, en valeur absolue, que quelques dizaines de milliers de francs, est en valeur relative de l'ordre de 2 à 3% du coût d'un ouvrage,
- c) ces travaux sont toujours sous-traités à des spécialistes *,

Ces divers éléments militent en faveur d'un marché séparé et cette solution ne doit pas être écartée a priori.

Notons que cette procédure est évidemment de règle lors de travaux sur un ouvrage existant; dans ce cas les travaux font l'objet d'un marché direct entre le Maître d'Ouvrage et le poseur du joint.

Les différents documents décrits ci-après doivent aider à la préparation des consultations et des marchés dans les deux situations.

7.2 - C.C.T.P - Clauses techniques types à insérer

Les modèles de joints retenus qui font l'objet d'un Avis Technique sont présentés sous une forme "prête à l'emploi". Cette forme qui constitue l'ensemble technique de la prestation comprend:

- une partie spécifique de chaque modèle de joint qui constitue les **chapitres II et III de l'Avis Technique,**
- des **clauses techniques** applicables à tous les modèles de joints de chaussée.

Ces clauses sont présentées en annexe au présent document; elles sont accompagnées d'un rappel des liaisons à faire, selon que l'on est en marché séparé ou en sous traitance, avec les pièces techniques relatives à l'ouvrage.

* Voir ce qui a déjà été indiqué à ce sujet dans le dossier STER 81 sous dossier E, ch.I ; voir aussi "le Guide à l'intention des Maîtres d'Ouvrage et des Maîtres d'Oeuvre" de 1984, ch.E.

Ceci pour ne pas omettre les diverses interactions possibles entre le CCTP général et les clauses techniques relatives au joint ainsi que les rédactions à prévoir dans le CCTP général.

Dans le cas d'un marché général de construction d'un ouvrage les documents ci-dessus sont à viser dans les documents annexes au marché général.

Dans le cas d'un marché passé directement avec le fabricant poseur du joint les spécifications des chapitres II et III de l'Avis Technique et les clauses techniques constituent un C.C.T.P. auquel il conviendra d'ajouter les compléments nécessaires : C.C.A.P, B.P.U, Acte d'engagement,...

7.3 - R.P.A.O. et ACTE D'ENGAGEMENT

7.3.1 - Rédaction type

Pour l'appel d'offre il est conseillé de ne pas citer de nom de marques et d'exiger un résultat. Nous proposons la rédaction suivante pour la description des travaux:

TEXTE " Fourniture et mise en oeuvre d'un joint de chaussée:

- de souffle maximum.....mm*;
- apte à supporter un trafic T...**;
- étanche ou possédant un dispositif de recueil des eaux efficace;
- ***

Le modèle proposé devra avoir fait l'objet d'un Avis Technique SETRA".

COMMENTAIRES * Préciser ici la variation totale d'ouverture attendue pendant la vie de l'ouvrage, ainsi que, éventuellement, les valeurs des rotations, des mouvements transversaux...

** Cf chapitre 2, article 2.2

*** Si d'autres exigences particulières paraissent devoir être demandées compte tenu du site, les préciser ici: joint à peigne, particularités sur l'ancrage, relevés dans les bordures, liaisons à l'étanchéité générale, etc.

7.3.2 - R.P.A.O. type; article 2.3

Il doit être possible d'accepter des propositions techniques portant, par exemple, sur les joints de trottoirs, le système de drainage et de récupération des eaux, les relevés...

7.3.3 - R.P.A.O. type: article 3 C, Mémoire, et ACTE D'ENGAGEMENT, en cas de sous-traitance

Ces travaux étant toujours sous traités nous conseillons de

prévoir ici de demander que le sous traitant soit soumis à l'agrément du Maître d'Oeuvre avant l'approbation des plans d'exécution du ferrailage et du coffrage des tabliers (cf CCAG, art. 29.13).

En effet les différents modes d'ancrage des joints peuvent influencer sur le ferrailage et le coffrage dans cette zone.

7.3.4 - Marché négocié

Ce type de marché est à retenir dans le cas :

- de réparation avec réutilisation des éléments,
- de modèles de joint adapté à un contexte technique précis (mouvements transversaux importants, circulation de cycle,...).

7.4 - C.C.A.P.

7.4.1 - CCAP type, article 2a: "pièces particulières"

Viser à cet article les clauses techniques citées ci-dessus au § 7.2.

7.4.2 - CCAP type, article 9,6: "garanties particulières"

7.4.2.1 - Généralités

Les déficiences pouvant apparaître sur un joint de chaussée obligent les services d'entretien de la voirie à des interventions parfois très coûteuses. De plus, pendant la réparation, le trafic doit être interrompu totalement ou partiellement ce qui crée une gêne aux usagers.

Le désir de l'Administration d'avoir un équipement donnant toutes les assurances du point de vue durabilité est donc légitime et les interventions sur le joint devraient être limitées à des opérations d'entretien léger ou à des interventions plus conséquentes mais de périodicité au moins équivalente à celle effectuée sur les revêtements.

Dans cet esprit il est logique de chercher à privilégier des équipements de qualité et, pour cela, à sensibiliser les entreprises sur le souhait du Maître d'Ouvrage de rechercher cette qualité.

7.4.2.2 - Nécessité d'une garantie particulière contractuelle*

Comme il apparaît :

- qu'une recherche en responsabilité décennale ait peu de chance d'aboutir (une déféctuosité sur un joint n'empêche pas l'usage d'un ouvrage ni ne compromet sa solidité);

* Sur les divers aspects de la garantie en matière d'ouvrage voir la Note d'Information de la Direction des Routes (REG 4 du 29.6.84) relative à la responsabilité décennale. Voir aussi le dossier STER 81, sous dossier E, ch I, p 8.

- que la seule garantie délivrée par l'Entrepreneur au Maître d'Ouvrage est celle du parfait achèvement d'une durée de 1 an;

- que compte tenu de l'importance économique que représentent les réparations de joints,

il est hautement souhaitable que le Maître de l'ouvrage introduise dans son C.C.A.P. une **garantie particulière contrac-tuelle** par application de l'article 44.3 du C.C.A.G. (Décret et circulaire du 21.1.76).

La durée de cette garantie est affaire d'appréciation mais, pour notre part, nous proposons un article à insérer dans le C.C.A.P. du marché qui fixe la durée de celle-ci à **trois (3) ans** sous trafic T_0 et à **cinq (5) ans** sous les autres classes de trafic.

7.4.2.3 - Clause type

TEXTE "L'entrepreneur garantit le Maître de l'Ouvrage contre tout défaut du joint de chaussée des ouvrages.....(1) pendant un délai de cinq (5) ou trois (3) ans (2) à partir de la date de réception des travaux correspondants.

Cette garantie engage l'entrepreneur pendant le délai fixé, à effectuer à ses frais, sur simple demande du Maître d'Oeuvre ou du Maître d'Ouvrage, dans un délai de deux (2) mois, toute les recherches sur l'origine des désordres et les réparations ou réfections nécessaires pour remédier aux désordres ou aux défauts qui seraient constatés, que ceux-ci proviennent d'une défectuosité des produits ou matériaux employés ou des conditions d'emploi (3)".

COMMENTAIRES (1) Citer ici les ouvrages concernés;

(2) Fixer la durée en fonction du type de trafic, cf §7.2.2;

(3) L'entrepreneur poseur du joint ne peut être tenu pour responsable de désordres ayant pour origine une qualité défectueuse du béton d'about de la structure hors zone de la feuillure, ou d'une erreur de ferrailage. Cependant nous attirons l'attention sur le fait que certains types de joints ont une tenue très dépendante de la qualité de cette partie d'ouvrage. Les Avis Techniques, ch IV, les signalent.

7.5 - BPU

La désignation et le mode d'évaluation des travaux sur les joints de chaussées peuvent être rédigés comme suit.

"Le prix rémunère au mètre linéaire de longueur effective la fourniture et la pose des joints de chaussées (3) tels que définis au CCTP.

Il comprend notamment :

* - le sciage du tapis et son enlèvement,
- la fourniture et la mise en place des ancrages et toutes fournitures suivant le type de joint,

* - la mise en place de la protection et le remplissage provisoire de la zone d'ancrage avant exécution de l'étanchéité et de la couche de roulement,

- la fourniture, la pose et le réglage du joint,

- le ferrailage, le coffrage et le bétonnage des zones de scellement,

- la fourniture et la pose éventuelles des systèmes d'étanchéité ou de recueil des eaux,

- la fourniture et la pose des drains, la reprise de la continuité de l'étanchéité de l'ouvrage, y compris dans les zones de relevés,

- la fourniture et la pose de pièces spéciales de relevés de trottoirs,

* - le remplissage du solin entre le trait de scie et le joint selon la technique "solin asphalte", "solin béton" ou autre (2).

COMMENTAIRES

(1) les alinéas * ne sont à retenir que dans le cas d'une pose en feuillure, après mise en oeuvre du revêtement;

(2) ne retenir ici que la technique choisie;

(3) le cas des joints de trottoirs fera l'objet d'un article séparé;

(4) les sujétions de circulation et de signalisation sont à préciser.

CHAPITRE 8 - VISITE - ENTRETIEN ET REPARATION DES JOINTS

8.1 - Aspects généraux de cette surveillance

Le joint de chaussée est un équipement :

- complexe du point de vue technique,
- très sollicité par le trafic surtout les poids lourds,
- coûteux à réparer,
- important pour la pérennité des parties d'ouvrages avoisinantes,
- important pour le confort et la sécurité de la circulation des usagers.

Il doit donc faire l'objet d'une surveillance particulière.

Les modalités de cette surveillance sont précisées dans l'**Instruction Technique sur la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages** du 19 Octobre 1979, en particulier le **fascicule 21** (de décembre 1983) de la 2ème partie de l'Instruction qui traite des équipements de ponts. Ce fascicule est complété par un "**guide de visite des équipements de ponts**" de février 1983.

Les désordres mineurs sur un joint, comme une vis desserrée ou une fissure dans un solin, peuvent prendre, sous les effets du trafic une ampleur telle que la tenue du joint soit en cause et que la seule solution soit alors le changement de l'élément ou de la ligne.

Or le coût d'une intervention d'entretien est sans commune mesure avec celle d'une réparation avec pose d'un nouveau joint. On constate malheureusement trop de demande de crédits de réparation sur des joints parce qu'il y a eu insuffisance de la surveillance et de l'entretien courant.

Il est essentiel que les Services gestionnaires prennent conscience de cet aspect du problème.

8.2 - Les réparations de joints

Il existe deux types de réparations :

- le recalage à une nouvelle hauteur d'un joint lourd type FT* ou W* après une réfection de couche de roulement;
- le changement d'un joint d'un modèle dont la fabrication a été abandonnée par un joint d'un modèle plus récent.

* anciennement dénommés respectivement G et H.

8.2.1 - Recalage d'un joint

Ces travaux comportent les principales phases suivantes (fig. 82).

- a) Avant toute intervention du "routier" l'opération préliminaire est le démontage des éléments du joint avec repérage précis des éléments déposés.
- b) Obturation des gaines avec des vis à têtes plates. Il est déconseillé d'utiliser les vis d'ancrage du joint car elles présentent une tête plus épaisse qui peut être heurtée par les engins de rabottage.
Couverture du vide du joint par un contre-plaqué ou similaire.
- c) Mise en place du nouveau revêtement après rabotage ou non. Il est conseillé de caler le nouveau revêtement à 1 ou 2 cm au-dessus de la cote de l'ancienne couche.
- d) Découpe du revêtement et dégagement de la zone du joint. Fig. 82a.
- e) Calage du joint sur un mortier de résine époxy de 1 à 2 cm d'épaisseur. Fig.82b.

Pour éviter l'intrusion du mortier dans les gaines des vis et pour faciliter la mise en place des éléments, il est conseillé de mettre des tubes PVC de \emptyset externe égal au \emptyset interne des tubes des réservations.

- f) Raccordement à l'étanchéité générale de l'ouvrage. Serrage des tiges, mise en place du solin de raccordement. Fig.82c.

Dans le cas d'un recalage à une hauteur supérieure à 1 à 2 cm il est conseillé de prévoir un microbéton armé. cf Fig.36.

La durée des opérations est de 4 à 5 h/ml/équipe et le coût de l'ordre de 20 à 30% inférieur à celui d'un joint neuf.

8.2.2 - Changement de modèle ou de type de joint

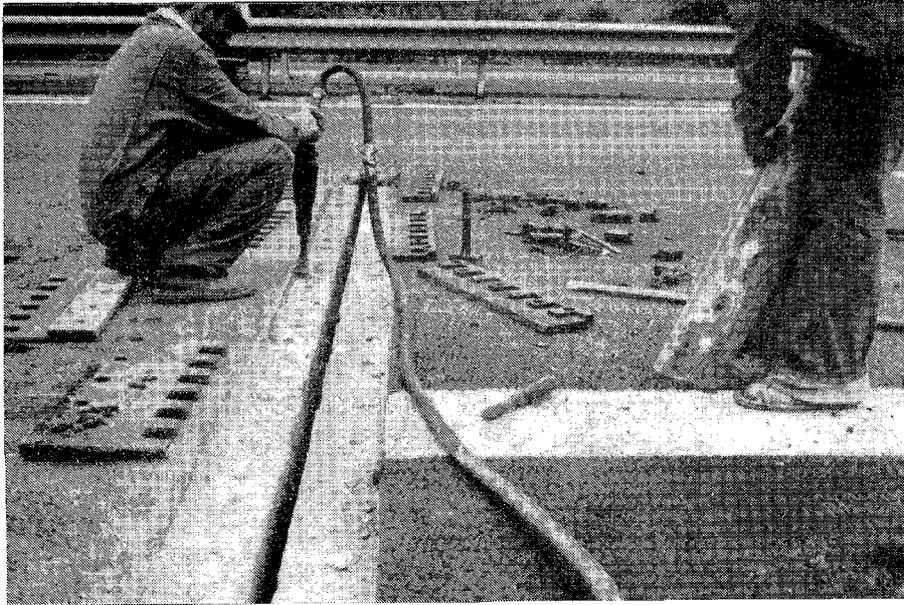
Il existe trois techniques de pose.

La première méthode consiste, après avoir dégagé la zone du joint du revêtement existant, à démolir l'ancien joint et à reconstituer une feuillure en dégageant les armatures de la structure.

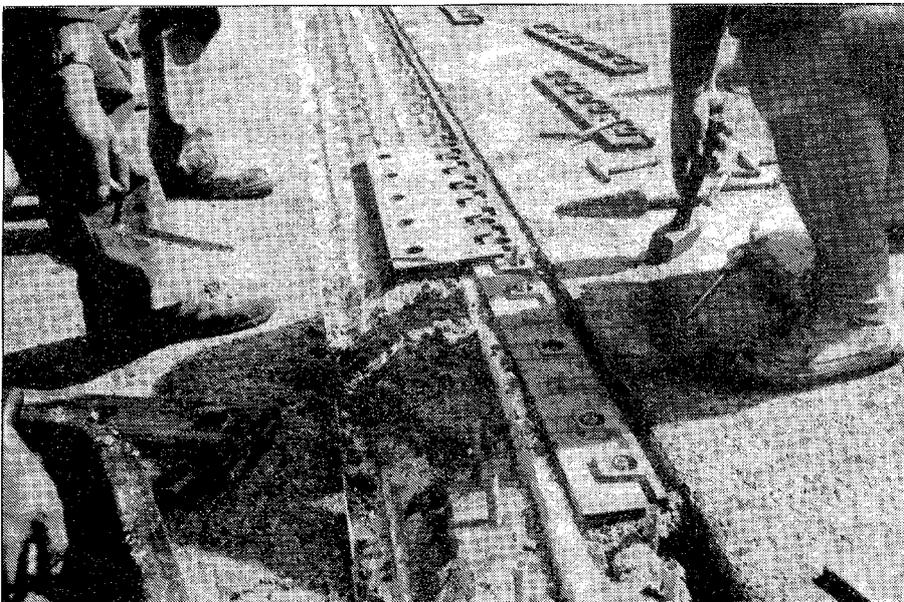
On se retrouve alors dans la situation de pose d'un joint neuf. (voir § 4.2).

L'inconvénient de cette méthode est qu'elle nécessite des moyens importants de démolition du béton (personnels, marteaux compresseurs, enlèvement des gravats, etc...) d'où un coût élevé. D'autre part il faut attendre que le béton ait fait sa prise avant de livrer à la circulation. Ce long délai est souvent intolérable en réparation compte tenu de la gêne aux usagers.

Figure 82
Les étapes du recalage d'un joint.



a) Dégagement de la zone du joint, repiquage du béton.



b) Mise en oeuvre du mortier de résine, calage des éléments en se guidant sur les tubes PVC.



c) Raccordement à l'étanchéité générale. Mise en oeuvre du solin.

La seconde consiste, après sciage, dépose du béton bitumineux sur la zone de travail et dépose de l'ancien joint, à réaliser des ancrages dans des trous forés.

Si l'accès en sous-face du tablier est possible et si l'épaisseur du béton est modérée (inférieure à 30 cm) le forage peut être traversant.

La durée du chantier est difficile à fixer à l'avance car sa cadence est fonction de :

- la nature des granulats du béton,
- la densité en ferrailage,
- la nature et le diamètre des aciers rencontrés.

Cependant l'encombrement limité des engins peut permettre d'en mettre plusieurs en chantier.

La détection des aciers est possible à l'aide de certains appareils (PROFOMETER par exemple*).

Le calage des éléments métalliques est alors effectué à l'aide d'un mortier de résine époxy. Toutefois pour éviter que ce mortier n'ait à subir directement les contraintes dues au trafic alors qu'il est insuffisamment résistant, un pont provisoire est mis en place .

Enfin il y a la technique du joint à lèvres de béton qui présente l'avantage d'être rapide (10m en 7h).

On n'oubliera pas, en outre, que la capacité de souffle du nouveau joint peut être inférieure à l'ancien (retrait fluage effectué par ex.) et ceci peut permettre l'implantation d'un joint de type "non apparent sous revêtement" (semi lourd III par ex.).

Durant ces chantiers sous circulation la sécurité des usagers et du personnel impose la mise en place d'une signalisation conforme; son coût avec son entretien représente parfois jusqu'à 30% du coût total de l'opération.

8.2.3 - Quelques principes généraux pour les opérations de réparation de joint

- a) bien choisir l'époque du chantier en fonction du trafic,
- b) établir un programme de travaux précis mais pas trop tendu, pour se prémunir contre toutes surprises conduisant à un retard sur des opérations partielles.
- c) mettre en place des moyens plutôt surabondants,

* PROFOMETER Sté Maurice Perrier - 20 Rue Marie Debas - 92120 - Montrouge

- d) mettre en place une surveillance des travaux avec un agent ayant des consignes précises pour prendre les décisions en cas d'incidents ou de difficultés.

8.3 - Problème particulier du soulèvement d'ouvrage

Les interventions au niveau des appareils d'appui (changement, réparation de bossages, etc...) nécessitent de soulever le tablier. Avant toute intervention il convient de s'assurer que le soulèvement pourra se faire sans danger pour certaines parties de structures ou d'équipements : garde corps, dispositif de retenue et, surtout, joint de chaussée.

Selon l'importance de la valeur du soulèvement on distinguera,

- a) soulèvement différentiel entre les 2 lèvres du joint de l'ordre de 10 à 12 mm.

La plupart des joints à peigne en porte à faux et à hiatus acceptent une modification légère de niveau entre les deux éléments en vis-à-vis.

Les joints à pont souple (type FT jusqu'à 200 inclus) n'acceptent pas cette différence. Or pour ces joints la règle d'implantation fait que la circulation passe du peigne mâle vers le peigne femelle. Ceci fait que:

.Sur une chaussée unidirectionnelle le peigne mâle est fixé: à **l'ouvrage en aval** du tablier (par rapport au trafic) et sur **la culée en amont**.

.Sur une chaussée bidirectionnelle le joint est disposé selon le trafic par voie de circulation avec inversion des peignes dans l'axe.

En cas de soulèvement, on est donc obligé de démonter tous les peignes mâles non ancrés sur le tablier à soulever.

Devant cette difficulté qui, il faut bien le préciser, n'apparaissait que très rarement dans la vie d'un ouvrage, et qui ne devrait pas entraîner de travaux très importants si l'on suppose que les ancrages sont facilement démontables, certains ont demandé à poser systématiquement le joint avec le peigne mâle ancré dans le tablier.

Cette disposition, si elle facilite le soulèvement, semble solliciter davantage le joint et peut s'avérer dangereuse pour la circulation en cas de désordre dans les ancrages du peigne mâle : les dents se soulèvent face au trafic et le joint peut "sauter" devant un véhicule ou raboter la caisse. Quelques accidents de ce type ont été signalés.

C'est pourquoi nous conseillons de toujours **poser les joints peigne mâle - peigne femelle dans le sens du trafic** et de procéder à des visites régulières de la qualité de serrage des vis (voir l'Instruction citée au § 8.1 ci-dessus) pour pouvoir procéder à un démontage rapide le moment venu.

b) Soulèvement supérieur à 10 à 12 mm

En fonction du type de joint on appréciera si celui-ci doit être démonté. On retrouve là les avantages des joints ancrés par vis et/ou boulons et des joints à hiatus avec profilé d'étanchéité démontable.

8.4 - Attelage des travées

Cette technique d'attelage des travées concerne les ouvrages à travées indépendantes isostatiques de type VIPP ou similaire.

Si l'ouvrage est de conception ancienne, il comporte un joint au droit de chaque pile, à chaque travée. Compte-tenu du linéaire de joint en place le coût de l'entretien de cet équipement est élevé aussi a-t-on cherché à diminuer le nombre de joint tout en conservant le mode de fonctionnement de la structure.

Diverses techniques ont été étudiées et expérimentées. Le SETRA se tient à la disposition des projeteurs intéressés pour fournir les éléments d'appréciation sur ces techniques: faisabilité, coût, mise en oeuvre, tenue, etc.

ANNEXE 1

**Clauses techniques courantes
relatives aux joints de chaussée
des ponts routes**

**CONSEILS NON CONTRACTUELS
POUR LA RÉDACTION DES PIÈCES PARTICULIÈRES DU MARCHÉ
MARCHÉ DIRECT OU DE SOUS TRAITANCE
Voir le chapitre 7**

C.C.T.P.

Le C.C.T.P. devra :

1) indiquer la partie de travail éventuellement non comprise dans l'entreprise:

- dans le cas d'un marché de gros oeuvre ne comprenant pas la fourniture et la pose du joint mais seulement la préparation de l'about du tablier

- ou dans le cas d'un marché limité à l'exécution du joint avant ou après exécution du tapis.

2) Préciser le souffle en mm de la coupure à équiper et la classe de trafic de la voirie (cf Document "Joint de Chaussée", art. 2.2).

3) indiquer le type d'étanchéité régnant sur l'ouvrage et le mode de raccordement de cette étanchéité au joint (en particulier dans la zone du relevé), en fonction des indications du § 5.1.

4) préciser si le joint doit être posé après ou avant l'exécution du tapis. Dans le premier cas le C.C.T.P. précisera le mode de remplissage du vide entre le trait de scie et le joint, sur la base des éléments fournis au § 5.1.

5) indiquer si une étanchéité dans le vide du joint est demandée.

DESSINS

1) Des vues en plan des ouvrages devront définir exactement quelles sont les arêtes à équiper et sur quelles longueurs.

2) Un dessin devra indiquer le système de récupération des eaux dans le vide du joint s'il en est demandé un et le lieu où devront être conduites les eaux recueillies par le système d'évacuation des eaux et par le drain éventuels.

3) Des coupes transversales du tablier indiqueront le détail du relevé au droit de la bordure de trottoir (ou de la corniche).

C.C.A.P.

1) cf C.C.A.P. type, article 2.a "pièces constitutives du marché (pièces particulières)": les présentes clauses techniques seront nommées à l'article 2a du C.C.A.P.

2) cf C.C.A.P. type, article 9.6.

Une garantie particulière de 3 ans sous trafic T_0 selon le Catalogue des Structures Types de Chaussée ou de 5 ans sous les autres trafics sera demandée conformément au C.C.A.G. art.44.3.

Reprendre la clause type donnée au § 7.4.2.3 du Document "Joint de chaussée".

NOTA: l'ensemble de ces clauses (CCTP, Dessin et CCAP) doit être fourni au poseur du joint quand il intervient en tant que sous traitant.

**POSE DES JOINTS DE CHAUSSEE
MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX**

CHAPITRE I - DISPOSITIONS GÉNÉRALES

CHAPITRE II - MATÉRIAUX, PRODUITS ET COMPOSANTS

2.1 - GÉNÉRALITÉS

Tous les matériaux employés sur le chantier et fournis par l'Entrepreneur devront être de carrières, ballastières, usines, etc. agréées par le Maître d'oeuvre.

D'une manière générale, ils devront satisfaire aux conditions fixées par les différents fascicules du CCTG visés dans le présent texte.

2.2 - BÉTON DE REPRISE DANS LE CAS D'UNE POSE EN FEUILLURE

2.2.1 - Qualité

Le béton de cette reprise sera de même qualité, du point de vue composition et mise en oeuvre, que le béton adjacent du tablier. Sa mise en oeuvre comportera les préparations de surface nécessaires à une bonne reprise. L'Entrepreneur s'assurera de la continuité du contact entre ce béton et la sous-face des éléments du joint.

2.2.2 - Liants hydrauliques

Le ciment employé sera un Portland de la classe 45. Il devra satisfaire aux normes en vigueur et aux Circulaires Ministérielles d'agrément ou d'emploi (Fas 3 du CPC et Norme NF P 15.301).

2.2.3 - Sable pour bétons et mortiers

Ce sera un sable de rivière présentant un équivalent de sable (ES) supérieur à quatre vingt (80) et contenant au moins soixante quinze pour cent (75%) de silice.

La proportion maximale d'éléments retenus au tamis de module trente cinq (35) devra être inférieure à dix pour cent (10%).

Les matières solubles ne doivent pas excéder un pour cent (1%) en poids.

2.2.4 - Granulats pour béton

Ces granulats seront des matériaux roulés satisfaisant à la norme NF P 18.301.

Les courbes granulométriques tracées conformément à la norme NF P 18.301 auront une allure régulière, sans discontinuité marquée.

2.2.5 - Aciers

Les armatures rondes et lisses seront de la nuance Fe E24 telle que définie au CCTG (Fasc.4, Ch.3). Elles seront utilisées comme armatures en attente de diamètre inférieur ou égal à dix (10) millimètres, si elles sont exposées à un pliage suivi d'un dépliage.

Les armatures à hautes adhérence, utilisées seront choisies parmi celles définies au CCTG (Fasc.4, Ch.III) et qui font l'objet d'une fiche d'identification diffusée par décision Ministérielle.

Les aciers à haute adhérence seront de préférence de la classe Fe E 40A et seront utilisés pour constituer les armatures coudées de diamètre supérieur ou égal à vingt (20) millimètres, les cadres, les étriers et les épingles non prévus en ronds lisses à l'alinéa ci-dessus.

2.2.6 - Eprouvettes d'essais

Outre les trois (3) éprouvettes de contrôle pour des essais en compression à 28 jours prélevées lors de la mise en oeuvre de ce béton de reprise il sera effectué deux éprouvettes d'information dont les essais seront à la charge du Maître de l'Ouvrage. Ces dernières permettront de vérifier la qualité du béton et d'autoriser le serrage des ancrages quand la résistance du béton sera suffisante.

2.3 - MATÉRIALISATION DU VIDE

Le vide du joint entre maçonnerie sera matérialisé par du polystyrène expansé de qualité Q₃ conformément à la norme NF T 56.201 de juin 1978.

Le coffrage de vide de plus de six (6) cm de large sera réalisé par un sandwich contreplaqué-polystyrène-contreplaqué.

Sauf accord du Maître d'Oeuvre pour le laisser en place, le matériau sera déposé après la prise du béton.

2.4 - LIAISON DU JOINT À L'ÉTANCHÉITÉ GÉNÉRALE DE L'OUVRAGE

2.4.1 - Liaison par bavette

2.4.1.1 - Principe général

Dans le cas où l'étanchéité régnant sur l'ouvrage à proximité du joint est à base d'asphalte ou constituée par une feuille préfabriquée on établira, pour éviter que l'eau ne s'infilte sous la chape, un dispositif comportant une bavette en élastomère pincée mécaniquement sous le joint et reliée à l'étanchéité générale par un sandwich en mastic d'asphalte ou en feuille préfabriquée .

Cette bavette est mise en place lors du serrage de la boulonnerie.

2.4.1.2 - Qualité des matériaux

a) Les bavettes en élastomère auront une épaisseur au moins égale à 1,5 mm. Les caractéristiques seront les suivantes :

- Dureté Shore A : 60 à ± 5 ;
- Résistance à la rupture : supérieure à 12 MPa;
- Allongement à la rupture : supérieur à 450%.

Les variations des caractéristiques mécaniques après vieillissement à l'étuve suivant la norme NF T 46.004 et comportant un séjour de 72h à 100°C devront être inférieures aux valeurs ci-après.

- Dureté Shore A : +15 maxi;
- Résistance à la rupture : $\pm 15\%$;
- Allongement à la rupture : -40% maxi.

Le matériau devra présenter une bonne résistance à l'action des sels de déverglaçage, des huiles des véhicules routiers et des conditions climatiques.

- b) Le matériau permettant de relier la bavette à la tranche de l'étanchéité courante sera un mastic d'asphalte ou une feuille préfabriquée identique à celui qui constitue la première couche d'étanchéité régnant sur l'ouvrage.

2.4.2 - Liaison par fermeture de l'étanchéité

La fermeture de l'étanchéité sera réalisée par une feuille de bitume armée autoprotégée par une feuille d'aluminium conforme à la norme NF P 84.303 d'Avril 1981 (type TV40 à auto protection métallique par feuille d'aluminium). Cette feuille sera collée horizontalement sur le support béton sur quelques centimètres et sera appliquée sur la tranche du revêtement en insérant le drain.

Dans le cas où l'étanchéité régnant sur l'ouvrage à proximité du joint est à base d'asphalte ou constituée par une feuille préfabriquée on établira, pour éviter que l'eau ne s'infilte sous la chape, une liaison entre l'étanchéité et la feuille ci-dessus. Cette liaison sera obtenue en coulant du bitume sur une épaisseur de 1 à 2 cm et sur 2 cm de large.

2.4.3 - Liaison par collage d'un élément du joint à la tranche de l'étanchéité

Cette disposition fait partie intrinsèque de la technique du joint et est donc réalisée conformément à l'Avis Technique.

2.5 - SOLIN EN ASPHALTE GRAVILLONNÉ

Le matériau de remplissage sera constitué par de l'asphalte gravillonné dont la composition sera la suivante :

- Bitume naturel 40/50 : 80 kg;
- Filler : 265 kg;
- sable 0/6 de silex ou de porphyre : 325 kg;
- Porphyre 2/5 : 330 kg.

L'indentation "Office des asphaltes", selon l'essai type B (norme NF T 66.002 de Décembre 1984), sera de 10 à 30/10 de mm.

CHAPITRE III - EXÉCUTION DES TRAVAUX

3.1 - IMPLANTATION DES SCÈLEMENTS - FERRAILLAGE SECONDAIRE

S'il s'agit d'un joint comportant des ancrages dans le béton,

il sera établi, par l'Entrepreneur de gros oeuvre en liaison avec le fabricant poseur du joint dans le cas d'un marché principal avec sous traitance ou par le fabricant poseur du joint dans le cas d'un marché direct, un dessin d'exécution définissant:

- les emplacements à réserver pour les tiges de scellement des ancrages du joint,

- les ferraillements secondaires nécessaires au transfert à la structure porteuse des efforts transmis par les ancrages.

L'écartement des lignes d'ancrages à la pose du joint et le réglage de l'ouverture du joint en fonction des époques auxquelles auraient lieu ces deux opérations (âges de la structure porteuse, saison,...) seront calculés*. Un exemplaire sera adressé au fabricant poseur du joint dans le cas où la pose du joint est sous traitée par l'Entrepreneur du gros oeuvre.

Le dessin et le calcul seront soumis au visa du Maître d'Oeuvre.

3.2 - SURFACE DE REPRISE

Une surface de reprise aura été ou sera ménagée, par l'Entrepreneur du gros oeuvre, à l'about des tabliers et des murs garde grève. Cette surface de reprise sera traitée conformément aux règles de l'Art.

Des aciers de couture en nombre suffisant auront été prévus, si nécessaire, pour assurer la liaison entre la structure et le béton d'ancrage du joint.

3.3 - SCIAGE DU TAPIS

Dans le cas où le joint est posé après l'exécution du tapis, le complexe étanchéité-couche de roulement sera scié sur une épaisseur au moins égale à trois (3) cm mais sans que le béton du tablier soit attaqué. Tout autre procédé de coupe du tapis sera prohibé.

Le complexe sera déposé entre les traits de scie, sans détérioration des arêtes. La prestation comprend l'évacuation des déblais à la décharge publique.

3.4 - MISE EN PLACE DES ANCRAGES

3.4.1 - Maintien des ancrages dans le béton de scellement

Durant la prise du béton de reprise les ancrages seront maintenus en place solidement. Le dispositif de maintien est laissé à l'initiative de l'Entrepreneur sous réserve de respecter les conditions suivantes :

a) assurer un bon maintien des ancrages pendant les opérations de bétonnage,

b) ne pas gêner la mise en oeuvre correcte du béton, sa vibration et son surfaçage,

* Commentaire: Ceci suppose que tous les éléments nécessaires au calcul du réglage du joint auront été mis à la disposition du poseur du joint.

c) permettre, à tout moment, une libre dilatation de la structure, surtout pendant la prise du béton, sans risquer de désorganiser le béton autour des ancrages.

3.4.2 - Cas d'une pose comportant la réalisation de trous forés

Les trous seront forés à l'aide d'un outil adapté (rotopercussion ou carottage).

L'outil devra permettre la réalisation du trou perpendiculairement au plan défini par la surface du tablier. La tolérance pour faux aplomb sera de trois (3) degrés.

Les trous devront être :

- propre, c'est-à-dire exempts de poussières, cailloux, débris de toutes sortes, etc.

- d'une humidité compatible avec le produit de scellement (voir Avis Technique).

Dans le cas d'une rencontre avec un obstacle rendant le forage impossible (armatures, ancrage de précontrainte, etc.) l'emplacement du trou sera déplacé, mais non supprimé, à une valeur au plus égale à celle précisée dans l'Avis Technique.

3.5 - RÉGLAGE DU JOINT

3.5.1 - Réglage de l'ouverture pour les joints autres que ceux sous revêtement

L'ouverture du joint sera à plus ou moins un (± 1) mm près celle arrêtée selon le § 3.1 ci-dessus.

3.5.2 - Réglage en nivellement

La partie supérieure du joint sera, sauf dispositions contraires :

- si le joint est posé après l'exécution du tapis, à zéro, moins deux (0, -2) mm près dans le plan défini par les arêtes sciées du tapis

- si le joint est posé avant l'exécution du tapis, à plus ou moins deux (± 2) mm près dans le plan de la future chaussée

3.6 - SERRAGE DE LA BOULONNERIE

Dans le cas où le joint comporte une boulonnerie de liaison des éléments à la structure, cette boulonnerie sera serrée aux valeurs et avec les moyens précisés dans l'Avis Technique.

3.7 - ÉTANCHÉITÉ DANS LE VIDE DU JOINT

Dans le cas où le C.C.T.P. ou le modèle de joint impose une étanchéité dans le vide du joint par une bavette en élastomère celle-ci sera pincée mécaniquement sous les éléments du joint. Cette bavette aura la forme donnée par les dessins contractuels (soufflet, goutte d'eau, bavette démontable, etc...).

Dans le cas où les deux types de bavettes (§ 2.4) sont prévus simultanément, une seule bande élargie pourra être utilisée bien que ses fonctions soient différentes au centre et sur les bords.

3.8 - DRAIN

3.8.1 - Position

3.8.1.1 - Si le **drain est rectangulaire**, il sera mis en place au droit du trait de scie :

- verticalement pour une **étanchéité à base d'asphalte** ou par **feuille préfabriquée**,

- horizontalement pour une **étanchéité** par film mince.

Dans l'un et l'autre cas les faces du drain contenant les fentes seront respectivement placées en bas et dans le plan vertical du trait de scie.

3.8.1.2 - Si le **drain est rond**, il sera mis au droit du trait de scie, au niveau de l'interface étanchéité/couche de roulement.

3.8.2 - Juxtaposition

Les éléments de drain seront juxtaposés sans autre liaison particulière qu'une bande de papier autocollant.

3.8.3 - Evacuation

Les eaux drainées seront conduites jusqu'à la partie basse du profil en travers où un ajutage d'évacuation sera ménagé conformément au projet.*

3.9 - REMPLISSAGE ENTRE LE TRAIT DE SCIE ET LE JOINT

3.9.1 - Principe général

Dans le cas où le joint est posé après l'exécution du tapis on délimitera la zone de pose du joint par un trait de scie donnant une arête nette facilitant le réglage du joint et la tenue de l'arête du tapis. Un produit de remplissage comblera le vide entre le flanc scié du tapis et les éléments métalliques.

NOTA : Les joints à longrine à mortier de béton (époxydique ou autre) et les joints sous revêtement ne comporte pas de remplissage de cette nature.

3.9.2 - Solin en asphalte gravillonné

Il sera posé en couches successives n'excédant pas 3 cm d'épaisseur. La première couche fixera les drains sans en obstruer les fentes ni la continuité.

* Commentaire: Les dessins de cette évacuation auront été communiqués au poseur du joint.

La dernière couche sera repressée et talochée de façon à ce que la surface soit à zéro, plus deux (+2) mm près dans le plan défini par les arêtes sciées du tapis.

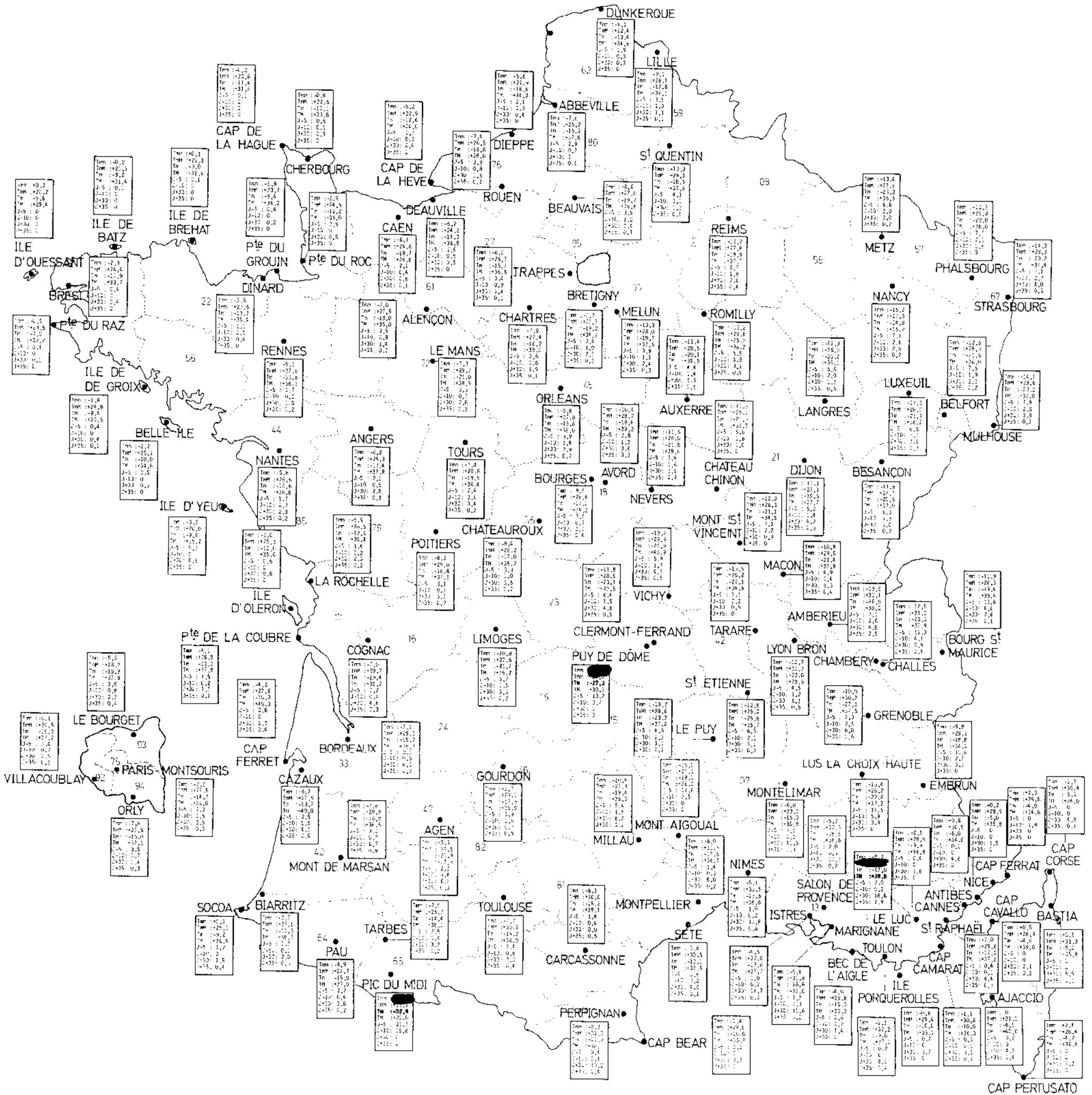
3.9.3 - Solin en béton de ciment

Le matériau de remplissage sera constitué par le béton de ciment de l'ancrage du joint (cf § 2.2) mis en oeuvre sans reprise jusqu'au niveau du plan défini par les arêtes sciées du tapis, avec les tolérances indiquées au § 3.5) ci-dessus. Cette surface sera talochée.

Pour harmoniser la couleur du béton avec celle du revêtement adjacent le béton de ce solin sera, éventuellement, teintée en noir dans la masse; tout autre procédé de coloration (enduction de film époxy brai noir par exemple,...) est prohibé.

ANNEXE 2

Relevés météorologiques



ANNEXE 3

DETERMINATION DE L'OUVERTURE D'UN JOINT DE CHAUSSEE A LA POSE EN FONCTION DE LA TEMPERATURE AMBIANTE

La détermination de l'ouverture d'un joint de chaussée à la pose est fonction d'un certain nombre de paramètres qui sont plus ou moins bien connus (voir chapitre II); cependant il en est un qui est bien difficile à appréhender c'est la température.

En effet la température qui serait à retenir est celle de l'ouvrage naturellement différente de l'ambiante, or c'est cette dernière qui est la plus facilement disponible au contraire de la première qui nécessite des sondes dans l'ouvrage, rarement en place.

Actuellement les poseurs de joint possèdent des "recettes" plus ou moins personnelles pour leur permettre de déterminer l'ouverture en fonction de la température ambiante; devant ces "recettes" les Maîtres d'Oeuvre sont désarmés pour porter un avis, quand ils n'ont pas, eux mêmes, des "recettes"!

Une étude a été engagée sur ce problème mais, en attendant les résultats qui demanderont quelques temps, nous avons pensé intéressant de présenter les conclusions d'une recherche menée au "Transport and Road Research Laboratory" par MME M. EMERSON.*

Les conclusions de cette étude sont les suivantes:

a) C'est la température moyenne** dans l'ouvrage qui commande le mouvement longitudinal de la structure. Les ponts en béton ou en acier atteignent leur longueur quotidienne minimale et maximale au moment où ils se trouvent respectivement à leurs températures quotidiennes minimales et maximales.

b) Il existe une relation entre la température moyenne sous abri sur 48h pour les ponts en béton et sur 24h pour les ponts en ossature mixte et, pour les ponts en acier, la température minimale sous abri journalière, représentée par x et la température journalière moyenne (Tmoy) représentée par y. Elle est fonction du type de structure. Ces relations sont les suivantes:

pont en béton	$y = 1,14 x - 1,1$	avec un minimum de Tmoy à $8h \pm 1h$ *** et un maximum à $19h \pm 1h$.
pont en ossature mixte	$y = 1,14 x - 2,6$	avec un minimum de Tmoy à $7h \pm 1h$ et un maximum à $17h \pm 1h$
pont en acier	$y = 1,1 x - 1,3$	avec un minimum de Tmoy à $6h \pm 1h$ et un maximum à $15h \pm 1h$

* Bridge Temperature for setting bearings and expansion joints, Supplementary report 479 de 1979.

** Le rapport écrit: "effective temperature of a bridge" et celle-ci est définie comme étant la température qui dirige les mouvements longitudinaux de l'ouvrage. Elle est fonction de la distribution de la température dans le tablier et de la forme de celui-ci; nous l'avons traduit par "température moyenne" qui est l'expression habituelle en France pour désigner cette température.

*** Toutes les heures sont données GMT.

c) La variation de T_{moy} est fonction de la météo et de l'époque de l'année. Les valeurs de l'étendue journalière sont les suivantes:

Météo Saison	clair et ensoleillé			nuageux mais non couvert			couvert avec pluie ou neige		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Hiver mois n°11,12 1 et 2	3	7	12	1	5	8	0	3	6
Printemps et Automne mois n°3,4 9 et 10	6	10	20	3	8	15	1	5	10
Eté mois n°5,6,7 et 8	6	12	26	4	9	19	2	6	12

1 pont en béton 2 ossature mixte 3 pont en acier

d) A l'aide d'un exemple voici les étapes de la détermination de la température moyenne dans un ouvrage.

Soit à déterminer T_{moy} d'un pont en béton par un jour clair et ensoleillé, au printemps. La température moyenne sous abri sur 48h est de 14° . La température à $8h \pm 1h$ de l'ouvrage devrait être:

$$y = 1,14 \cdot 14^\circ - 1,1 = 14,86 \# 15^\circ.$$

L'étendue est de 6° (cf tableau) donc, dans l'ouvrage, la température moyenne journalière maximale pour ce jour sera de l'ordre de 21° à $19h \pm 1h$.

La variation étant linéaire ceci permet de connaître en fonction de l'heure la température moyenne dans l'ouvrage.

c) On notera que l'auteur de l'étude attire l'attention sur le fait que la précision est nettement moins bonne avec les ossatures mixtes et surtout les ponts en acier. D'autre part l'effet du vent n'a pas été complètement analysé mais semble jouer dans le sens d'une réduction de la valeur de l'étendue et des réductions de 50% peuvent être envisagées pour un vent de 56 Km/h (dans le cas de pont en béton ou en ossature mixte).

L'estimation la plus précise de T_{moy} serait obtenue durant un jour d'hiver humide et venteux.

SOMMAIRE DÉTAILLÉ

	pages
CHAPITRE 1 - GÉNÉRALITÉS	3
1.1. Objet du document "joints de chaussée".....	3
1.2. Nécessité ou non d'un joint de chaussée. Les ouvrages concernés	3
CHAPITRE 2 - LES ÉLÉMENTS DU CHOIX D'UN JOINT DE CHAUSSÉE	5
2.1. Le souffle.....	5
2.1.1. Définition.....	5
2.1.2. Les composantes du souffle.....	5
(vertical, longitudinale et transversale)	
2.1.3. Détermination du souffle.....	6
2.1.3.1. Les textes de références.....	6
2.1.3.2. Les actions à prendre en compte et les déforma-	
tions résultantes.....	7
2.1.3.2.1. La température climatique.....	7
1. Les paramètres à prendre en compte.....	7
2. La longueur dilatable.....	7
3. Le coefficient de dilatation.....	7
4. L'écart de température.....	8
5. La forme de l'ouvrage.....	11
2.1.3.2.2. Les déformations différées du béton.....	13
1. Généralités.....	13
2. Le retrait.....	13
3. Le fluage.....	14
2.1.3.2.3. Action des charges d'exploitation.....	14
2.1.3.3. Incidences d'autres actions.....	15
2.1.3.4. Actions accidentelles.....	18
2.1.4. Combinaisons d'actions.....	18
2.1.4.1. Actions permanentes ou assimilées.....	18
2.1.4.2. Actions variables.....	18
2.1.4.3. Combinaison d'action.....	18
2.1.5. Conclusions.....	19
2.2. Le trafic.....	19
2.3. L'étanchéité de l'ouvrage.....	21
2.3.1. Continuité de l'étanchéité au ras du joint.....	21
2.3.2. Etanchéité dans le vide du joint.....	22
2.3.3. Continuité de l'étanchéité au droit du caniveau fil d'eau	
et de la bordure de trottoir.....	22
CHAPITRE 3 - LES CRITÈRES DE SÉLECTION DES MODÈLES DE JOINTS DE CHAUSSÉE	25
3.1. Nécessité et difficulté d'une politique de sélection.....	25
3.1.1. Les différents modèles de joints.....	25
3.1.1.1. Multiplicité des modèles.....	25
3.1.1.2. Les familles de joints.....	25
3.1.1.3. Nécessité d'un tri.....	29
3.1.2. Les difficultés d'une appréciation par les services techni-	
ques.....	29
3.1.2.1. Complexité de la technique.....	29
3.1.2.2. Intérêts commerciaux et propriétés industrielles	
et commerciales.....	29
3.1.2.3. Coût des investissements et étroitesse du marché	30
3.1.2.4. Nombreux éléments d'appréciation.....	30
3.2. Qualités requises pour un joint de chaussée.....	31
3.2.1. Le confort à l'utilisateur.....	31
3.2.2. Robustesse.....	31

3.2.2.1. Les liaisons à la structure.....	31
3.2.2.2. La simplicité des mécanismes.....	32
3.2.2.3. La qualité des matériaux.....	32
3.2.2.4. Note de calcul, dimensionnement, résistance aux sollicitations du trafic.....	33
3.2.2.5. Résistance à la fatigue.....	33
3.2.3. L'étanchéité du dispositif.....	33
3.2.4. La facilité d'entretien	33
3.2.4.1. La facilité d'entretien et de remplacement.....	33
3.2.4.2. La qualité des équipes de pose et la garantie du service après vente.....	34
3.2.4.3. La périodicité des interventions d'entretien... ..	34
3.2.5. Cas des joints à poussée.....	34
3.3. La panoplie des joints.....	35
3.4. Conclusion.....	36
CHAPITRE 4 - MÉTHODES DE POSE DES JOINTS MÉCANIQUES	37
4.1. Données générales.....	37
4.1.1. Difficultés d'arasement du revêtement/rapport au joint..	37
4.1.2. Principe du calage du joint après revêtement.....	38
4.1.3. Les différentes solutions possibles.....	39
4.2. La pose en feuillure.....	40
4.2.1. Réserve.....	40
4.2.2. Etanchéité/couche de roulement.....	41
4.2.3. Sciage du revêtement et nettoyage des feuillures.....	41
4.2.4. Mise en place du ferrailage complémentaire.....	41
4.2.5. Coffrage.....	41
4.2.6. Mise en place des ancrages.....	43
4.2.7. Bétonnage.....	43
4.2.8. Calage du joint.....	44
4.2.9. Pose du drain et de l'étanchéité, mise en oeuvre du solin de raccordement.....	45
4.3. La pose en ossature gabarit.....	45
4.4. Mise en oeuvre d'une longrine en mortier (de résine époxydique ou autre).....	47
4.4.1. Principe de la méthode.....	47
4.4.2. Les étapes de la pose.....	47
4.5. Scellement des ancrages dans des trous forés.....	49
4.5.1. Préparation de l'about de la structure.....	49
4.5.2. Coffrage.....	50
4.5.3. Réalisation des forages.....	50
4.5.4. Mise en place des ancrages.....	51
4.6. Cas particulier du calage sur un tablier à tôle orthotrope.....	51
CHAPITRE 5 - LIAISON DU JOINT A L'ÉTANCHÉITÉ DE L'OUVRAGE ET ÉTANCHÉITÉ DU JOINT	53
5.1. Le solin de raccordement. Liaison à l'étanchéité générale.....	53
5.1.1. Principes généraux.....	53
5.1.2. Liaison à l'étanchéité par bavette et solin en asphalte gravillonné.....	54
5.1.2.1. Description.....	54
5.1.2.2. Inconvénients.....	55
5.1.3. Liaison par habillage du joint et solin en asphalte gravillonné.....	56
5.1.4. Solin en béton de ciment et fermeture de l'étanchéité... ..	58

5.1.4.1. Description.....	58
5.1.4.2. Avantages.....	58
5.1.4.3. Inconvénients.....	58
5.1.5. Autres dispositions.....	60
5.1.6. Conclusions.....	61
5.2. Etanchéité du joint et/ou récupération des eaux.....	61
5.2.1. Principes généraux.....	61
5.2.2. Le joint est étanche par lui-même.....	62
5.2.3. Le joint n'est pas étanche par lui-même.....	62
5.2.3.1. Recueil des eaux par bavette.....	62
5.2.3.2. Gouttière de récupération des eaux.....	66
5.3. Drain.....	67
5.4. Conclusions.....	68

CHAPITRE 6 - LES JOINTS SOUS REVETEMENT, LES JOINTS DE TROTTOIRS ET DE BORDURES 69

6.1. La mise en oeuvre des joints sous revêtement.....	69
6.2. Les joints de trottoirs.....	69
6.2.1. Généralités.....	69
6.2.2. Analyse des problèmes rencontrés.....	71
6.2.3. Qualités exigibles pour les joints de trottoirs.....	71
6.2.3.1. Généralités.....	71
6.2.3.2. Joint de structure au niveau de l'étanchéité... 73	
6.2.3.3. Joint de circulation des piétons.....	73
6.2.3.4. Les relevés et la jonction joint de chaussée/trottoir.....	74
6.3. Conclusion.....	75

CHAPITRE 7 - ASPECTS ADMINISTRATIFS, CONSULTATION DES ENTREPRISES, PREPARATION DES MARCHES 77

7.1. Dévolution des travaux, marché direct ou sous-traitance.....	77
7.2. CCTP. Clauses techniques types à insérer.....	77
7.3. RPAO et Acte d'engagement.....	78
7.3.1. Rédaction type.....	78
7.3.2. RPAO Type; article 2.3.....	78
7.3.3. RPAO Type; article 3.C.....	78
7.3.4. Marché négocié.....	79
7.4. CCAP.....	79
7.4.1. CCAP Type, article 2a: pièces particulières.....	79
7.4.2. CCAP Type, article 9.6: garanties particulières.....	79
7.4.2.1. Généralités.....	79
7.4.2.2. Nécessité d'une garantie particulière contractuelle.....	79
7.4.2.3. Clause type.....	80
7.5. BPU.....	80

CHAPITRE 8 - VISITE - ENTRETIEN ET RÉPARATION DES JOINTS 83

8.1. Aspects généraux de cette surveillance.....	83
8.2. Les réparations de joints.....	83
8.3. Problème particulier du soulèvement d'ouvrage.....	87
8.4. Les attelages de travées.....	88

ANNEXES 1 CLAUSES TECHNIQUES COURANTES RELATIVES AUX JOINTS DE CHAUSSÉE DES PONTS ROUTES.....	89
2 RELEVÉS MÉTÉOROLOGIQUES.....	99
3 DÉTERMINATION DE L'OUVERTURE D'UN JOINT DE CHAUSSÉE A LA POSE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE.....	101

Ce document est disponible sous la référence : **F 8737**
au Bureau de Vente des Publications du SETRA - Tél. (1) 42.31.31.53 et (1) 42.31.31.55
Référence thématique au catalogue des publications du SETRA : A05
