

Joint de chaussée des ponts routes

Conception, exécution et maintenance



Guide méthodologique

Joints de chaussée des ponts routes

Conception, exécution et maintenance



Rédacteurs :

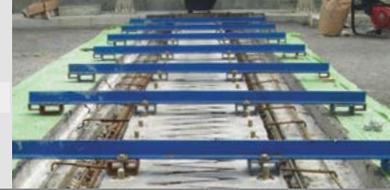
- Clément BONIFAS (Cerema - Nord-Picardie puis DIR Sud-Ouest)
- Laurent CHAT (Cerema - Infrastructures de transport et matériaux)
- Patrick DANTEC (CETE de Lyon/Division Laboratoire de Clermont Ferrand puis Expert indépendant)
- Denis MALATERRE (Cerema - Infrastructures de transport et matériaux puis Cerema - Sud-Ouest)
- Jérôme MICHEL (Cerema - Infrastructures de transport et matériaux)
- Pierre PAYA (Cerema - Méditerranée)
- Florence PERO (Sétra - CTOA puis Specbea)
- Benoît POULIN (Cerema - Ouest)
- Richard VAISSIERE (Cerema - Centre-Est)
- Stéphane VERDIER (DRIEA IF/DiRIF)
- Philippe VION (Systra)

Relecteurs :

- Francis BEAUVALLET (Cofiroute)
- Azouz BENNOUI (Systra)
- Pierre CORFDIR (DIR Est/SOA)
- Hervé GUERARD (Vinci Autoroute)
- Philippe JANDIN (Cerema - Infrastructures de transport et matériaux)
- Laurent LLOP (Cerema - Infrastructures de transport et matériaux)
- Jean-Loup MICHEL (Cerema - Normandie-Centre)
- Davy PRYBYLA (Cerema - Est)
- Pierre ROENELLE (Cerema - Centre-Est)
- Jean-Marc TARRIEU (Cerema - Infrastructures de transport et matériaux)
- Pierre-Jean VABRE (DIR Ouest/PGOA)

Coordination :

- Jérôme MICHEL (Cerema - Infrastructures de transport et matériaux)

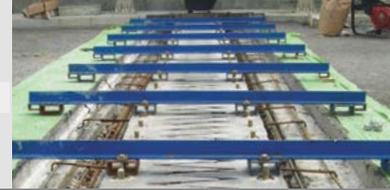


Sommaire

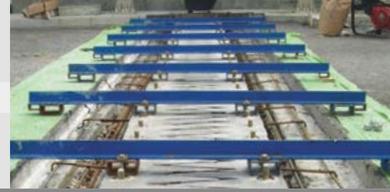
Avant-propos	7
Chapitre 1 - Généralités	9
1.1 - Nécessité ou non d'un joint de chaussée	9
1.1.1 - Les ouvrages concernés	9
1.1.2 - Dispositions en l'absence de joint de chaussée	11
1.1.3 - Le cas du joint longitudinal	11
1.2 - Constitution d'un joint de chaussée	12
1.3 - Panoplie des joints	12
1.3.1 - Historique	12
1.3.2 - Les différents modèles de joints	13
1.4 - Documents de référence et contexte réglementaire	22
1.4.1 - Avis techniques	22
1.4.2 - Déclaration des performances et marquage CE	23
1.4.3 - Contenu de l'ETAG 032	24
1.4.4 - Lien avec les Eurocodes et normes européennes	25
Chapitre 2 - Les problématiques des joints de chaussée	26
2.1 - Entretien, vieillissement	26
2.1.1 - La facilité d'entretien et de remplacement	26
2.1.2 - La périodicité des interventions	26
2.2 - Le traitement de l'étanchéité	27
2.2.1 - Généralités	27
2.2.2 - Continuité de l'étanchéité au ras du joint	27
2.2.3 - Drain	30
2.2.4 - Étanchéité et/ou récupération des eaux dans le vide du joint	30
2.2.5 - Continuité de l'étanchéité au droit du caniveau fil d'eau et de la bordure de trottoir	36
2.3 - Les joints de trottoirs et les relevés	38
2.3.1 - Généralités	38
2.3.2 - Les relevés du joint de chaussée dans la bordure et la jonction avec le joint de trottoir	41
2.3.3 - Traitement du joint de corniche	41
2.4 - Cas des chaussées mixtes	42
2.4.1 - Typologie des voiries (fonctionnalité)	42
2.4.2 - Systèmes de pose des rails et appareils de dilatation	43
2.4.3 - Joint pour les infrastructures avec chaussée mixte	43



2.5 - Traitement des autres éléments de l'ouvrage au droit du joint de chaussée	47
2.6 - Cas du joint longitudinal	48
2.6.1 - Généralités	48
2.6.2 - Caractéristiques attendues d'un joint longitudinal	49
2.6.3 - Position du joint dans le profil en travers	50
2.6.4 - Les solutions techniques envisageables	51
2.6.5 - Conclusion	52
Chapitre 3 - Les critères de choix	53
3.1 - Introduction	53
3.2 - Le souffle	53
3.2.1 - Définition	53
3.2.2 - Les composantes du souffle	54
3.2.3 - Détermination du souffle	55
3.2.4 - Cas du remplacement d'un joint de chaussée	65
3.2.5 - Conclusion	66
3.3 - Les conditions de trafic	67
3.3.1 - La sécurité des usagers lors du franchissement du joint	67
3.3.2 - Prise en compte des caractéristiques du trafic	67
3.3.3 - Les types de chaussées	68
3.4 - Le tracé routier	70
3.4.1 - Pente longitudinale et dévers, courbure et biais	70
3.4.2 - Le tracé routier aux abords (giratoire, feu...)	70
3.5 - La robustesse	70
3.5.1 - Liaisons à la structure	70
3.5.2 - La simplicité des mécanismes	70
3.5.3 - La qualité des matériaux	70
3.5.4 - L'étanchéité du dispositif	71
3.5.5 - La facilité d'entretien et de remplacement	71
3.6 - Le coût	72
3.7 - Autres éléments d'appréciation	72
3.7.1 - La durée de vie	72
3.7.2 - Le bruit	72
3.7.3 - Le confort	72
3.7.4 - Viabilité hivernale et déneigement	73
3.7.5 - Le cycle de vie et l'impact écologique	73
3.8 - Synthèse : la sélection du joint pour les ouvrages neufs et le remplacement	74
Chapitre 4 - Les méthodes de pose	77
4.1 - Le réglage du joint (en ouverture et altimétrie)	77
4.1.1 - Le réglage de l'ouverture à la pose	77
4.1.2 - Le calage avec le revêtement adjacent	82
4.2 - Les joints sous revêtement	82
4.2.1 - La réalisation	82



4.3 - Les joints à revêtement amélioré	83
4.3.1 - Les étapes successives de la réalisation	83
4.3.2 - Cas de la pose en remplacement	86
4.4 - Les joints mécaniques	88
4.4.1 - Joints mécaniques posés en feuillure	88
4.4.2 - Pose en ossature gabarit	94
4.4.3 - Pose dans l'épaisseur du revêtement	96
4.5 - Le cas d'un tablier métallique à dalle orthotrope	100
4.5.1 - Fixation mécanique par « boulonnage » sur tôle support	100
4.5.2 - Liaison par ancrage dans une longrine d'extrémité en béton	101
Chapitre 5 - Les pièces contractuelles et le suivi de chantier	102
5.1 - Les travaux et les types de marché	102
5.1.1 - Les travaux	102
5.1.2 - Les types de marché : marché direct ou sous-traitance	102
5.2 - CCTP	103
5.3 - RC et acte d'engagement	104
5.4 - CCAP	104
5.5 - BPU	105
5.6 - Le suivi de chantier et les contrôles	106
5.6.1 - Généralités sur la gestion de l'exécution des travaux	106
5.6.2 - Avant le démarrage des travaux	107
5.6.3 - Pendant les travaux	109
5.6.4 - À la réception	112
5.6.5 - Spécificités des travaux de réparation	113
Chapitre 6 - Visite, entretien, réparation	115
6.1 - Visite et entretien : les aspects généraux (ITSEOA)	115
6.1.1 - Généralités	115
6.1.2 - Surveillance	115
6.1.3 - Entretien	116
6.2 - La réparation	117
6.3 - Les opérations sur l'ouvrage impliquant le joint de chaussée	118
6.3.1 - Soulèvement de tablier	118
6.3.2 - Attelage de travées	118
6.3.3 - Mise en conformité parasismique	119
6.3.4 - Travaux sur chaussée et sur l'étanchéité	119
6.3.5 - Adaptation de plate-forme routière (tram, circulation douce...)	119
6.4 - Conditions d'exploitation	119
6.4.1 - Le travail par demi chaussée (alternat ou basculement de chaussée)	120
6.4.2 - Le balisage	121
Annexes	122



Avant-propos

Objet de ce document

Ce guide se propose de donner un ensemble cohérent d'informations portant sur les dispositifs de joints de chaussée et de trottoir et l'aménagement des abouts d'ouvrages.

À ce titre, il comporte :

- une présentation générale du rôle d'un joint de chaussée et de l'intérêt de l'aménagement des abouts, des types de joints, et du contexte réglementaire ;
- certains aspects particuliers de cet équipement ;
- les éléments du choix d'un joint en fonction des différents paramètres influant sur les mouvements de la structure, et les critères de sélection des modèles ;
- la description des principales méthodes de pose.

Le présent document a en outre pour but de fournir aux projeteurs, aux maîtres d'œuvre, aux gestionnaires et inspecteurs d'ouvrages des éléments d'appréciation sur les différentes opérations suivantes :

- choix du ou des dispositifs ou des dispositions permettant d'équiper l'about d'un ouvrage en fonction des données qui lui sont propres ;
- préparation du dossier de consultation et analyse des offres ;
- suivi et contrôle de la mise en œuvre ;
- visite, actions d'entretien et de réparation ;
- contenu du dossier de récolement ou du dossier des ouvrages exécutés.

Il existe par ailleurs un certain nombre de documents traitant des joints de chaussée, tels que les avis techniques et d'autres guides techniques (voir en annexe bibliographique la liste complète).

Les fonctions du joint de chaussée

Les caractéristiques du joint de chaussée doivent permettre d'assurer :

- le fonctionnement mécanique normal de l'ouvrage en permettant une liberté de mouvement adaptée aux variations dimensionnelles (effet de la température, retrait/fluage), à sa géométrie (biais, courbure) et aux déplacements induits par les sollicitations sous trafic, sous l'effet du freinage et de l'action de la force centrifuge ;
- le confort et la sécurité des usagers de la route et des trottoirs par sa robustesse au cours de sa durée de vie et la garantie de la continuité de la surface de circulation (qualité des matériaux, simplicité des mécanismes, liaison à la structure, tenue sous trafic, tenue à la fatigue) ;
- la durabilité de la structure environnante en garantissant l'étanchéité, le drainage et l'évacuation des eaux par une adaptation et un bon raccordement aux dispositifs propres à l'ouvrage et appropriées au souffle à reprendre (joint étanche ou joint avec dispositif de recueil des eaux) ;
- la limitation des nuisances pour l'environnement direct en ne provoquant ni bruit ni vibrations nuisibles au confort des riverains ;
- la facilité d'entretien tout en permettant au gestionnaire de répondre aux contraintes d'exploitation.



Un élément stratégique

Le joint est un élément exposé aux agressions de la circulation et de l'environnement. Il est soumis à l'usure et nécessite des interventions périodiques avec des conséquences sur l'exploitation de l'ouvrage, notamment un coût d'entretien élevé lié aux interventions avec coupure de voies. Il convient de limiter au maximum ces incidences par de bonnes règles de conception et de mise en œuvre.

Attention, un joint oublié, ou improvisé, ou mis en œuvre d'une façon imprécise, risque :

- d'être inconfortable pour l'utilisateur ;
- de ne pas résister aux sollicitations qu'il subit ;
- d'entraîner des dégradations sur les parties d'ouvrage situées en extrémité (sommiers de culées, abouts de tablier en particulier en présence de précontrainte, appareils d'appuis...) avec des conséquences à terme sur la résistance de la structure et la sécurité des usagers ;
- de coûter finalement très cher.

Il faut donc :

- y penser à temps : le choisir et le dimensionner dès la conception de l'ouvrage (about d'ouvrage et garde grève), y compris pour les accès destinés à l'entretien et la surveillance ;
- l'ancrer solidement pour résister aux efforts sous charges de trafic, tout en étant facilement démontable et d'un entretien aisé ;
- le mettre en œuvre avec le plus grand soin (précision de l'ordre du millimètre) ;
- le concevoir de manière à ce qu'aucun désordre ni aucune rupture ne devienne un danger pour l'utilisateur ;
- assurer la continuité du roulement de part et d'autre du joint sans créer de discontinuité d'adhérence et/ou de profil dangereux pour la circulation ;
- raccorder l'étanchéité générale au joint ;
- assurer la récupération du drainage du tablier et le fonctionnement des drains et leur exutoire ;
- avoir une bonne étanchéité ou assurer la récupération et l'évacuation des eaux dans le vide du joint ;
- qu'il soit robuste et puisse résister aux agressions, notamment à la corrosion, aux attaques par les gravillons, les produits chimiques, etc.

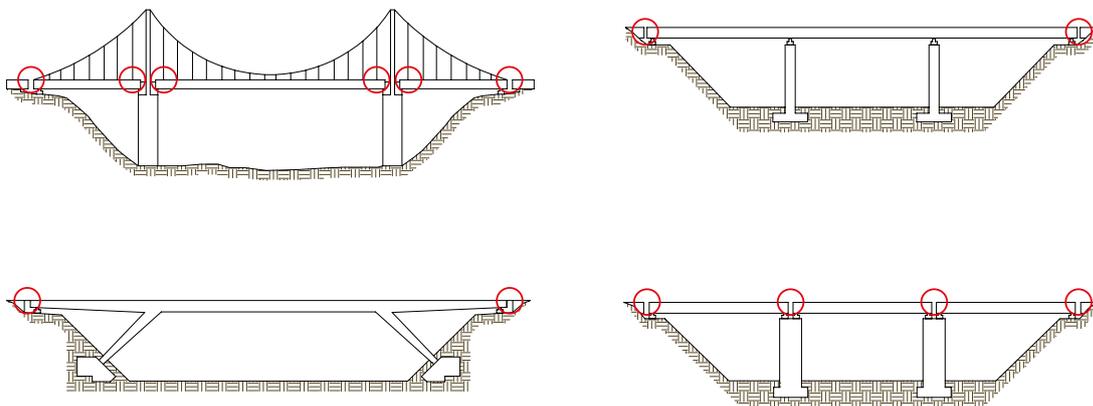
Chapitre 1

Généralités

1.1 - Nécessité ou non d'un joint de chaussée

1.1.1 - Les ouvrages concernés

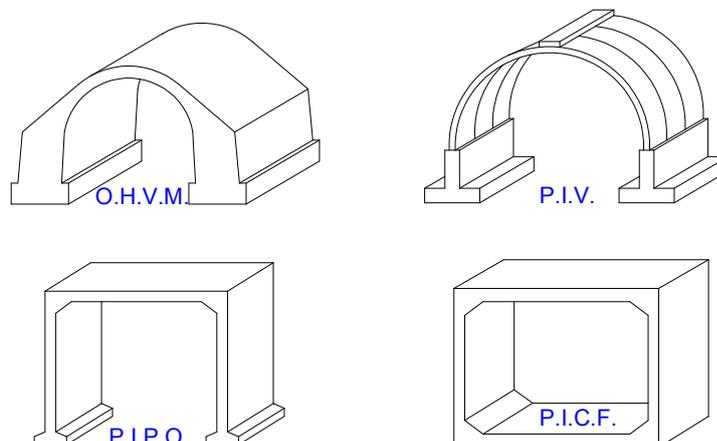
Un joint de chaussée est nécessaire sur un ouvrage de franchissement (pont, viaduc ou passerelle) dans tous les cas où il y a possibilité de mouvements relatifs entre deux éléments de structure et quand la zone du mouvement affecte la chaussée supportant la circulation.



○ Position du joint de chaussée

Figure 1-1 : Quelques exemples de structures comportant un joint de chaussée

Certains ouvrages comme les structures en voûte béton (passage inférieur voûté PIV ou ouvrage hydraulique voûté massif OHVM), les ponts en maçonnerie, les structures en cadre fermé (PICF) ou en portique ouvert (PIPO) ou double portique ouvert (POD), les dalles encastrées entre palplanches, les buses, ne comportent pas de joints de chaussées car elles sont de faible longueur ou parce qu'elles sont encastrées sur leurs appuis d'extrémité (Fig. 1-2).





Buse métallique



Buse béton



OHVM



PICF



PIPO



POD

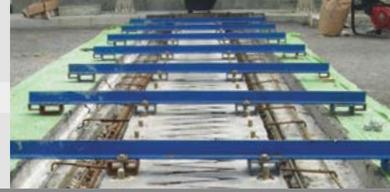


Pont en maçonnerie



Pont en maçonnerie

Figure 1-2 : Quelques exemples de structures ne comportant pas de joint de chaussée



D'autres conceptions telles que les ponts intégraux et semi-intégraux sont également dépourvus de joints de chaussée. Des dispositions particulières au niveau des culées sont nécessaires. Un exemple d'une telle conception est donné en annexe 2 (Fig. A2-1).

Dans le cas particulier d'un élargissement d'ouvrage existant, le choix du joint de chaussée en about de l'élargissement dépend de la structure mise en œuvre pour l'élargissement et de la structure existante. Lorsque l'élargissement est indépendant de la structure en place, il convient d'avoir un joint longitudinal entre les deux structures et un joint transversal aux abouts, en assurant l'interface de ces joints à leur jonction. Lorsque l'élargissement fait appel à une nouvelle structure intégrée ou disposée au-dessus de la structure existante (au moins en surface) le joint doit être adapté à cette nouvelle disposition. Par exemple pour la réalisation d'une dalle mince générale sur un ouvrage en maçonnerie (avec encorbellements), il convient de considérer l'éventualité d'un aménagement en extrémité au regard de l'étanchéité, et de la possibilité de déplacement et/ou rotation entre éléments de dalles⁽¹⁾.

1.1.2 - Dispositions en l'absence de joint de chaussée

En l'absence de joint de chaussée, il convient au minimum de réaliser l'étanchéité et la protection de l'about de l'ouvrage ainsi que de mettre en œuvre des dispositifs d'évacuation des eaux de chaussée efficaces.

Un ensemble de dispositions consiste à réaliser :

- un aménagement de l'about de la structure (arête supérieure du tablier) permettant un retour vers le bas de l'étanchéité ;
- une protection particulière des appareils d'appui et de leur environnement empêchant l'intrusion de l'eau ou la pénétration des matériaux du remblai entre le tablier et la partie supérieure de l'appui, à l'about du tablier et latéralement. Cette protection peut être obtenue par diverses dispositions dont quelques-unes sont présentées sur les figures A1-1 et A1-2 de l'annexe 1.

Cet aménagement a été présenté dans les dossiers pilotes du Sétra comme un modèle de joint dès 1962 où sa dénomination Léger 2 apparaît pour la première fois mais il existait bien auparavant. Il est présenté en annexe 1.

Il peut être mis en place sur des ouvrages avec ou sans dalle de transition. Son fonctionnement est basé sur l'élasticité du remblai contigu à l'ouvrage et n'est pas adapté au cas des remblais susceptibles de tasser de plus de 2 à 3 cm. La capacité de souffle de cet aménagement est limitée à ± 5 mm, principalement par l'aptitude du revêtement sus-jacent et du remblai contigu à supporter les sollicitations alternées de traction et de compression. C'est pourquoi, il est important de prévoir une couche de roulement d'épaisseur suffisante (au moins 10 cm sur au moins un mètre de part et d'autre de la zone) et avec des liants ayant de bonnes caractéristiques d'élasticité. Par ailleurs, afin d'éviter les dégradations dues aux infiltrations d'eau à l'about du tablier, cette partie doit recevoir une protection par une retombée de l'étanchéité sur l'épaisseur du tablier (Fig. A1-3 en annexe 1). Il convient également de prévoir systématiquement un drainage du remblai en arrière de la culée et le pontage régulier des fissures du béton bitumineux dans le cadre des opérations d'entretien.

1.1.3 - Le cas du joint longitudinal

Lors de la réalisation de l'élargissement d'un ouvrage existant ou dans des configurations circulation/ouvrage très particulières (ex. : voie d'insertion en ouvrage indépendant), il est possible que le joint soit positionné parallèlement à la circulation routière. Le fonctionnement et les sollicitations apportées au joint sont alors très spécifiques (par exemple : déplacements verticaux non négligeables au regard des déplacements horizontaux) et nécessitent une conception adaptée, en tenant compte de l'usage et de la sécurité des différentes circulations.

Le chapitre 2, au paragraphe 2.6, présente des éléments sur les principes de conception et de choix dans cette situation.

(1) Voir à ce sujet le guide technique du Sétra « Elargissement des ponts en maçonnerie » [1].



1.2 - Constitution d'un joint de chaussée

L'ensemble « joint de chaussée » comprend (Fig. 1-3) :

- ❶ le joint de chaussée proprement dit, avec ses solins⁽²⁾ éventuellement ;
- ❷ les relevés de bordures de trottoir (ou de longrines de dispositifs de retenue) ;
- ❸ les systèmes d'assainissement, c'est-à-dire le drainage des eaux, la fermeture de l'étanchéité, le recueil éventuel des eaux dans le vide du joint et le raccordement au dispositif d'évacuation des eaux de l'ouvrage ;
- ❹ le joint de trottoir ;
- ❺ le couvre-bordure (facultatif).

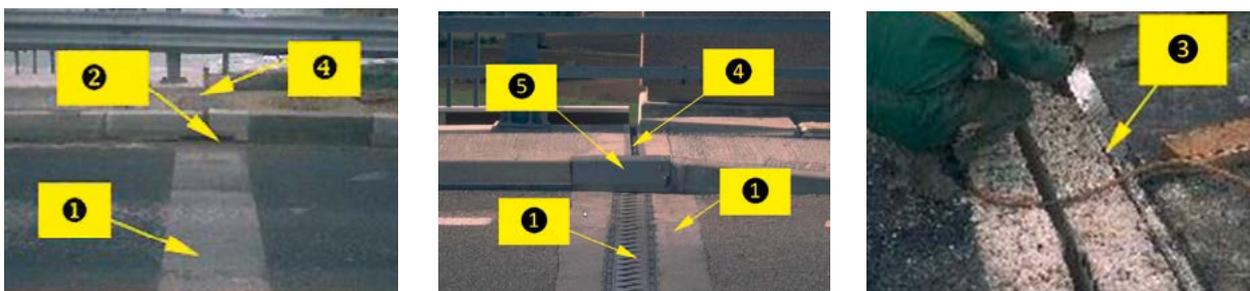


Figure 1-3 : Les éléments du joint de chaussée

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.

De par leur rôle et leur constitution, les joints de chaussée induisent des contraintes de conception à l'ouvrage :

- géométriques : pour les réservations d'implantation dans la structure, pour l'accès aux différents éléments nécessitant un entretien ;
- mécaniques : ancrages dans la structure, efforts horizontaux (des joints comprimés ou tendus), effets dynamiques induits par les charges roulantes.

Ces contraintes doivent être prises en compte lors de l'élaboration du projet d'ouvrage et seront développées dans le chapitre 3.

1.3 - Panoplie des joints

1.3.1 - Historique

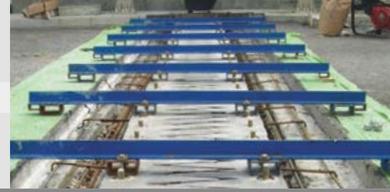
Depuis la parution des premiers documents sur les joints de chaussée, il a été jugé utile de regrouper des joints en familles.

Le premier document sur le sujet « JC-DT-62 » traitait des joints de chaussée et des dalles de transition, et formait un ensemble cohérent pour traiter le passage d'une structure à une autre. Il détaillait déjà 3 catégories de joints de chaussée en fonction du type de trafic supporté : les joints lourds, les joints semi-lourds et les joints légers, dénominations encore utilisées de nos jours.

Puis en 1968, paraît le dossier JADE (Joints de chaussée, Appareils d'appui, Dalles de transition, Evacuation des eaux et perrés) qui complète ce premier document et formalise ce classement avec la notion de panoplie. Cette panoplie comportait un certain nombre de joints de chaussée, qu'il s'agisse de produits faisant l'objet de propriétés industrielles et commerciales, ou de modèles de joints très simples pouvant être mis en œuvre par n'importe quelle entreprise un peu qualifiée.

En 1979, il a paru utile de dissocier les recommandations des produits permettant d'assurer cette fonction et donc de regrouper dans un ouvrage « Catalogue des joints de chaussée » l'ensemble des modèles connus pour cet équipement. Et, en conséquence, est paru en 1986 le guide « Joints de chaussée des ponts routes », dont le présent document est une mise à jour, qui regroupait les recommandations et principes à appliquer à cet équipement.

(2) Le terme « solin » désigne généralement à la fois le solin de raccordement entre le joint et l'enrobé et la longrine d'ancrage du joint au tablier.



Depuis 1987, tenant compte de la difficulté des maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et gestionnaires d'ouvrages dans l'appréciation correcte des produits, il est apparu nécessaire de mettre en place une appréciation nationale (avis techniques (cf. §1.4)) en fonction de critères basés sur les performances énoncées en avant-propos.

Enfin, la publication de l'ETAG 032 [2] en 2013 définit 7 familles de joints de chaussée et les performances à atteindre pour l'obtention du marquage CE (cf. §1.4).

1.3.2 - Les différents modèles de joints

La recherche de la disposition technique la mieux adaptée pour résoudre le problème délicat du maintien de la continuité de la circulation et de la libre dilatation des éléments constitutifs d'un ouvrage a conduit de nombreux concepteurs de joints à faire preuve d'imagination.

De cette imagination ont découlé de nombreux modèles de joints de chaussée, conçus à partir de certains principes techniques. Ces modèles ont été regroupés selon la classification de l'ETAG 032 dans les 7 familles suivantes, qui pour certaines comprennent des sous-familles :

- joint sous revêtement ;
- joint à revêtement amélioré ;
- joint à lèvres (et remplissage du vide par un produit élastique) ;
- joint à bande (souple) ;
 - à matelas simple ou multiple travaillant en cisaillement ;
 - à matelas simple travaillant en compression ;
 - à matelas multiple avec support intermédiaire ;
- joint cantilever (en porte à faux) ;
- joint à plaque appuyée (glissante ou roulante) ;
- joint modulaire ;
 - à poutre fixe ;
 - à poutre glissante ;
 - à supports pantographe.

1.3.2.1 - Les joints sous revêtement

Les **joints sous revêtement** (Fig. 1-4) sont également appelés joints non apparents à revêtement normal, ou joints sous tapis.

Le joint sous revêtement n'est pas apparent car il est 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 de l'ouvrage. Le joint est alors réduit à sa plus simple expression technique et économique ; mais, techniquement, l'ouvrage comporte un joint de chaussée.

La conception de ce joint de dilatation utilise l'élasticité du revêtement qui subit les déformations.

Il est mis en place sous des revêtements d'une épaisseur minimale de 10 cm, de telle sorte que les déformations du revêtement soient réparties sur une longueur importante, limitant ainsi les risques de fissuration.

Il assure :

- un pontage entre les éléments de structure ;
- la jonction avec l'étanchéité.

Il consiste en :

- un aménagement des bords du tablier et/ou du mur garde grève sous forme de doucines à 30° et de 5 cm de hauteur environ ;
- une chape de bitume armé posée de chaque côté sur chaque lèvre à équiper, qui a pour fonction d'assurer l'assise des couches supérieures et la continuité de l'étanchéité du tablier aux bords de l'ouvrage ;
- la mise en place d'une feuille, de cuivre ou de bitume élastomère armé, formant une lyre dans le vide du joint, fixée sur la structure et prise en sandwich dans l'étanchéité de l'ouvrage. La lyre est remplie par un mastic ;
- deux bandes de chape de bitume armé autoprotégées par une feuille d'aluminium disposées au droit du joint faces aluminium en contact. Cette disposition a pour objet de désolidariser la liaison de l'enrobé avec la couche d'étanchéité sous-jacente et de répartir les mouvements sur la longueur de désolidarisation.



La mise en œuvre de la couche de roulement de la chaussée est ensuite réalisée y compris au droit du joint.

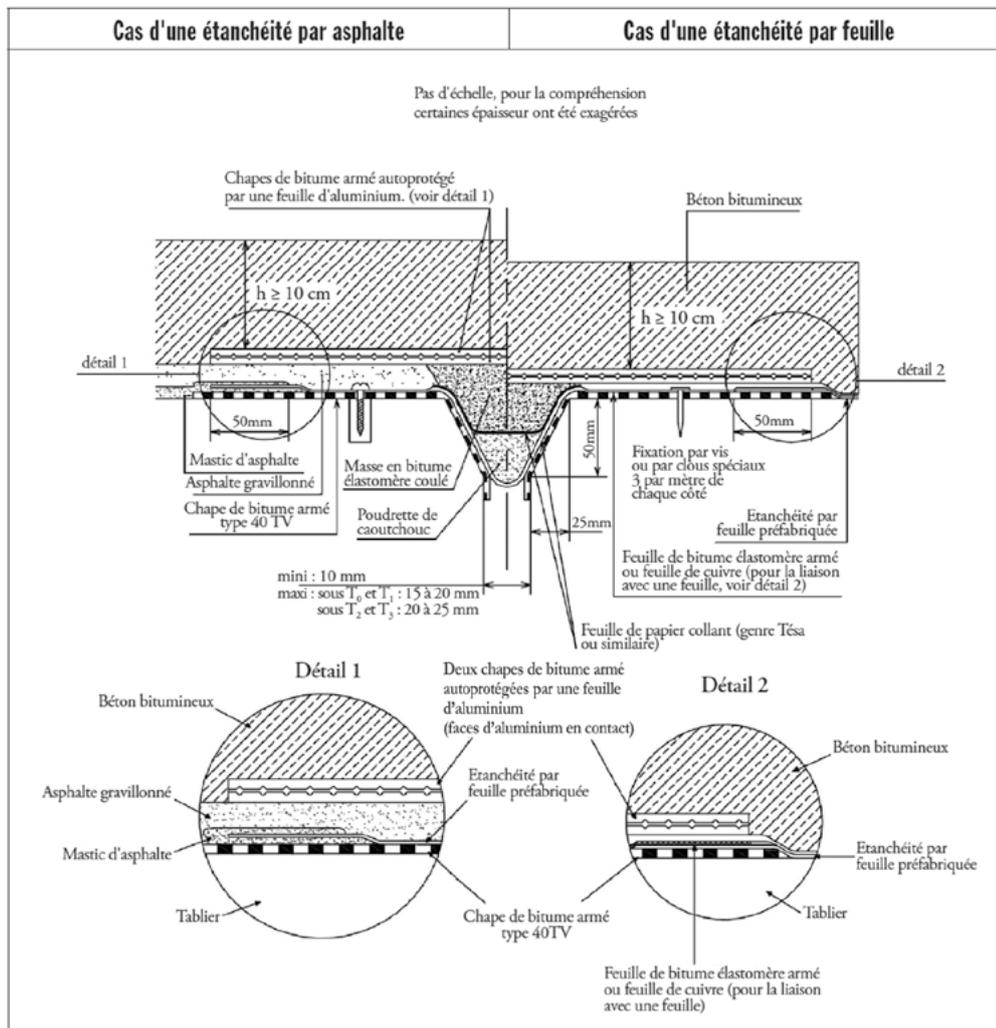


Figure 1-4 : Schéma de principe d'un joint sous revêtement

Ces joints, de conception ancienne, sont adaptés aux très petits souffles (inférieurs au cm) et aux joints longitudinaux.

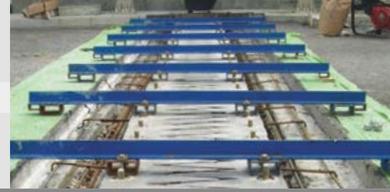
Pour certains joints particuliers et suivant les prescriptions particulières internes à l'entreprise, il peut être mis en œuvre un renforcement de la couche de roulement par introduction d'une géogrille par exemple, ce qui permet de mieux répartir les efforts de traction dans l'enrobé. Une autre possibilité est de réaliser un trait de scie sur l'axe du joint sur une faible épaisseur de l'enrobé (par exemple : hauteur de moins de 5 cm et largeur 2 cm environ pour enrobé de 10 cm minimum), garni de bitume élastomère permettant de diminuer l'altération de la couche de roulement sous les effets de la dilatation et d'orienter la fissuration sur une génératrice continue.

1.3.2.2 - Les joints à revêtement amélioré

Les **joints à revêtement amélioré** (Fig. 1-5) sont également appelés joints non apparents à revêtement amélioré.

Ce joint est composé d'un matériau viscoélastique (de type béton bitumineux avec un bitume modifié aux polymères), supportant directement le trafic, mis en œuvre dans une saignée du revêtement au-dessus du vide qui est généralement ponté par une plaque métallique.

Les caractéristiques du liant viscoélastique permettent de légers déplacements de la structure sans générer de désordre de type fissuration.



À ces deux matériaux principaux s'ajoutent des éléments annexes destinés à faciliter la mise en œuvre (fond de joint pour combler le hiatus), augmenter la durabilité (primaire pour favoriser l'adhérence), assurer la robustesse (plaque de pontage du vide), et augmenter l'adhérence par un traitement de surface par gravillonnage ou saupoudrage.

Le liant

Il s'agit de bitume modifié par ajout de polymères et éventuellement de caoutchouc.

Ces ajouts visent à améliorer l'élasticité du produit, tout en contrôlant la tenue à l'orniérage.

Les granulats

Il s'agit de granulats concassés supportant le chauffage (extraits de roche métamorphique).

Leur granularité, généralement comprise entre 10 et 20 mm, est adaptée à l'épaisseur du joint à réaliser.

Ils sont associés à des granulats plus petits (2/4, 0,31/1,6) réservés à la couche de finition (couche de roulement).

Les primaires

Ils sont destinés à favoriser l'adhérence du joint au béton de tablier et éventuellement aux faces sciées des enrobés. Selon le type de primaire proposé par le fabricant de joint, leur application s'effectue uniquement sur le béton du tablier ou également sur les faces sciées des enrobés.

Les plaques de pontage

Généralement en alliage d'aluminium ou en acier protégé contre la corrosion, d'une largeur comprise entre 100 et 200 mm et d'une épaisseur de l'ordre de 1,5 mm, elles pontent le hiatus et sont équipées d'un dispositif assurant leur centrage sur le hiatus tout au long de la vie du joint (clou, cornière soudée, etc.).

Les fonds de joint

Placé dans le hiatus, le fond de joint, généralement en mousse, évite la fuite du bitume lors du coulage du joint.

Le drainage

Pour ce type de joint, la pose du drain dans l'épaisseur du trait de scie n'est pas recommandée car il réduit la surface de contact entre le joint et l'enrobé et compromet l'adhérence. Le drainage doit être assuré par un drain de type barbacane (voir Chapitre 4, §4.3.1.3).

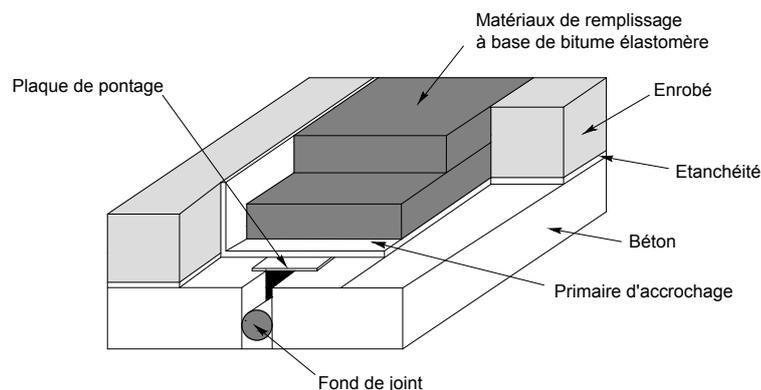


Figure 1-5 : Photo et schéma d'un joint à revêtement amélioré

Ces joints sont adaptés aux petits souffles de moins de 20 mm. Il est à noter que ces joints travaillent mieux en compression qu'en traction. Il est donc préférable d'éviter leur pose en période chaude afin de les solliciter plutôt en compression. Aussi, il est recommandé de prévoir leur pose à une température ambiante autour de 10 °C (entre 5 et 15 °C).



1.3.2.3 - Les joints à lèvres (ou à hiatus)

Les **joints à lèvres** (Fig. 1-6 et 1-7) sont également appelés à « hiatus » ou à « lèvres avec remplissage par matériau élastique ».

Ce type de joint de dilatation comporte des lèvres ou des bords (en béton, mortier de résine, métal, élastomère ou autre) qui maintiennent un profilé en caoutchouc de façon à empêcher la pénétration de l'eau et des corps étrangers.

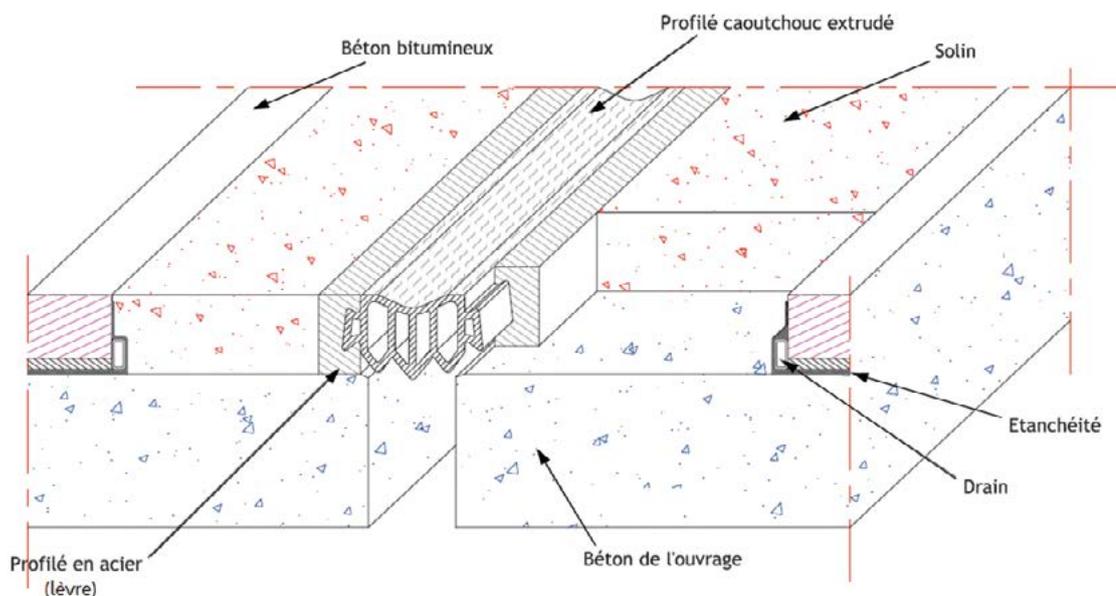


Figure 1-6 : Joint à lèvres ou à hiatus

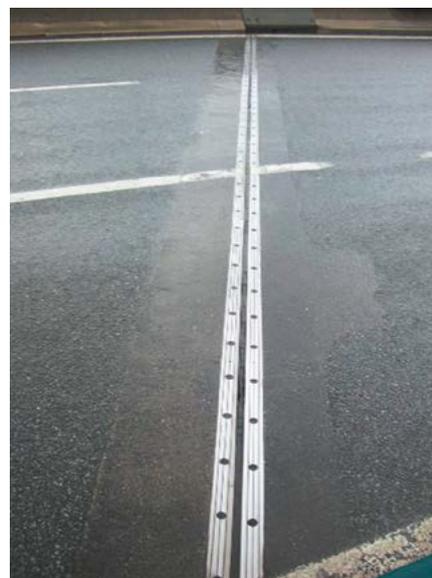
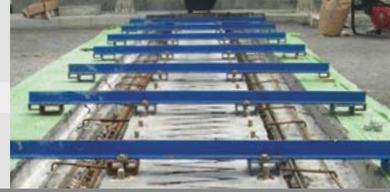


Figure 1-7 : Exemples de joints à lèvres ou à hiatus

Ces joints sont adaptés aux souffles compris entre 30 et 80 mm environ, mais il est préférable de se limiter à 50 mm pour des raisons de confort, de bruit et de durabilité. Ils conviennent à tout type de trafic et peuvent, pour certains, s'accommoder de biais jusqu'à 30 grades.



1.3.2.4 - Les joints à bande

Les **joints à bande** sont également appelés joints à ponts souples, joints à ponts à bande ou joints à matelas.

Ce joint de dilatation utilise les propriétés élastiques d'une bande ou plaque en élastomère pour permettre les mouvements prévus de la structure.

Plusieurs types de joints à bande sont distingués :

- **matelas simple ou multiple travaillant en cisaillement** (Fig. 1-8 et 1-9)

Ce joint de dilatation consiste en un pontage par une ou plusieurs bandes d'élastomère armé portées par des plots d'appui en élastomère qui absorbent les déformations par cisaillement.

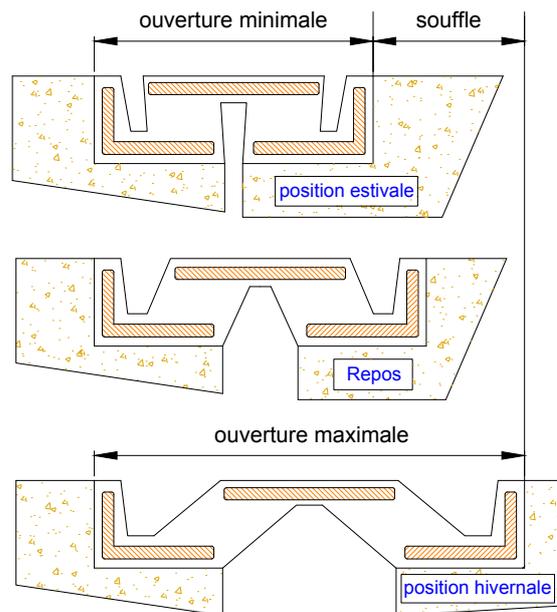
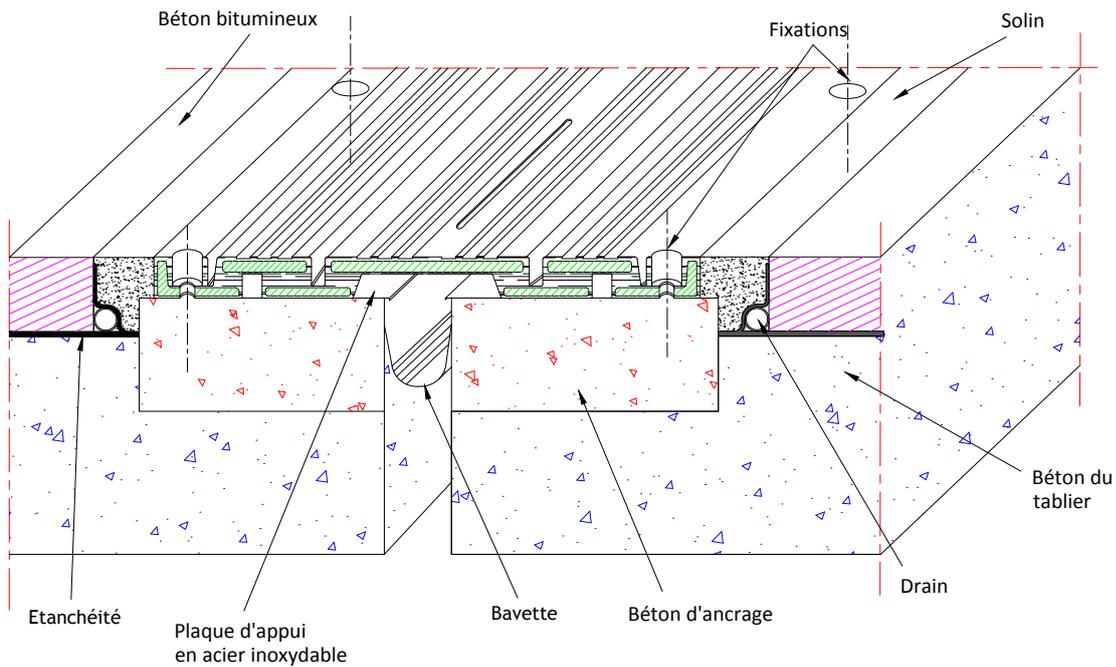


Figure 1-8 : Principe de fonctionnement du joint à bande (matelas multiple en haut et matelas simple en bas)



Figure 1-9 : Exemples de joints à bande ou à matelas (simple à gauche et multiple à droite)

- **matelas simple travaillant en compression** (Fig. 1-10)

Ce joint de dilatation consiste en un pontage par une bande d'élastomère, armé ou non, qui absorbe les déformations par compression/traction. Le principe de ce joint est présenté sur la figure 1-10.

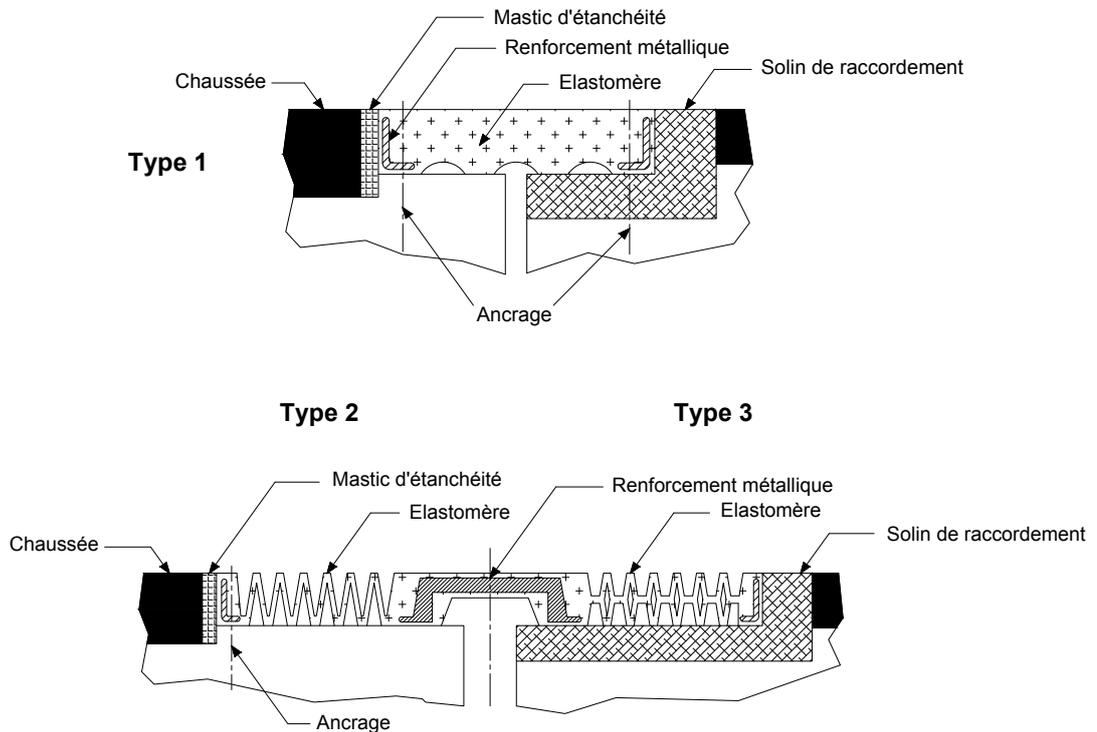
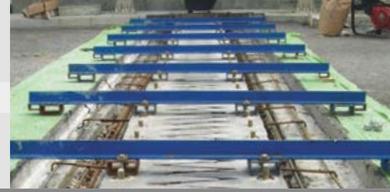


Figure 1-10 : 3 types de joints à bande à matelas simple basé sur le principe de traction/compression



- **matelas multiple avec support intermédiaire** (Fig. 1-11)

Ce type de joint à bande consiste en une succession de matelas placés en série reposant sur un appui intermédiaire fixe ou glissant. Le principe de ce joint est présenté sur la figure 1-11.

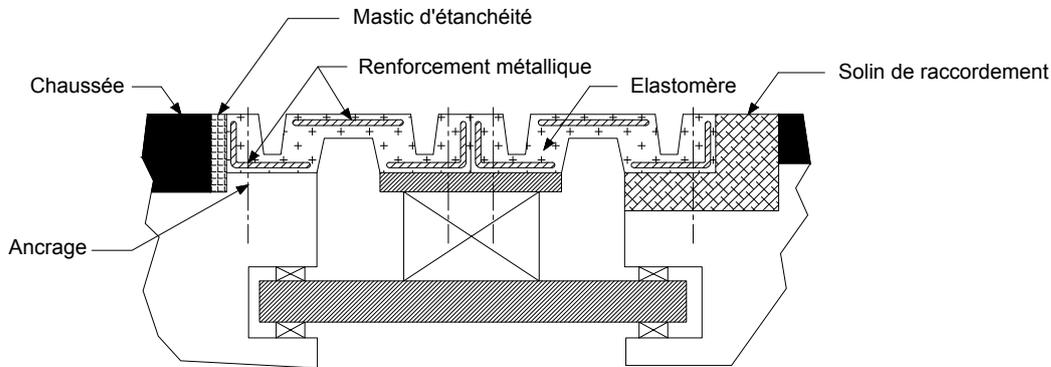


Figure 1-11 : Principe de joints à bande à support intermédiaire

Ces joints sont adaptés aux souffles entre 50 et 800 mm environ, à tout type de trafic et peuvent pour certains s'accommoder de biais.

1.3.2.5 - Les joints cantilever

Les **joints cantilever** (Fig. 1-12 et 1-13) sont également appelés joints à ponts en porte à faux, joints à peigne ou joints à peigne en console.

Ce joint de dilatation comporte des éléments symétriques en porte-à-faux qui sont ancrés dans chacune des parties en regard de la structure.

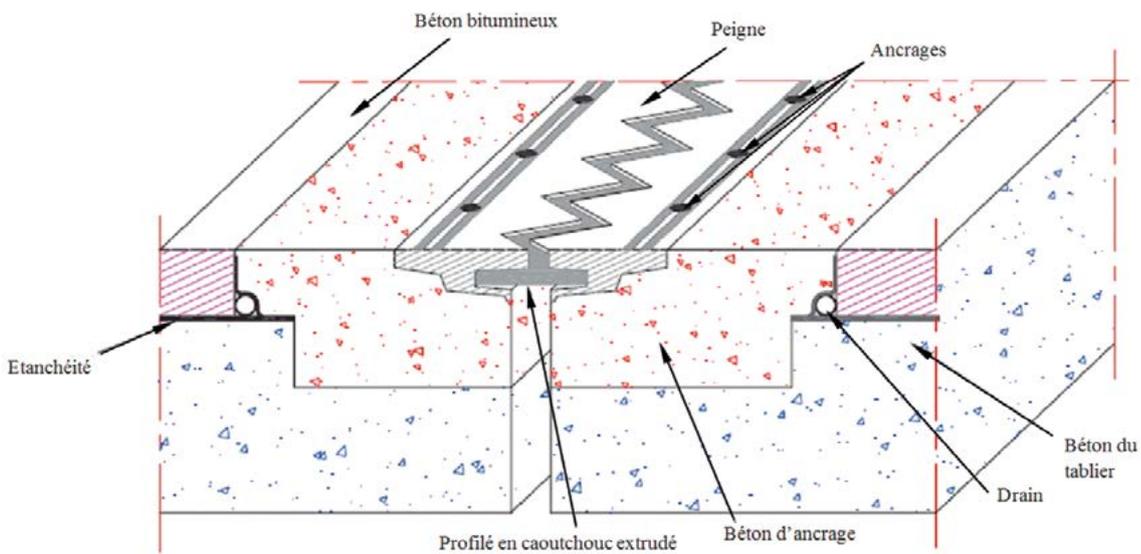


Figure 1-12 : Joint cantilever



Figure 1-13 : Exemple de joints cantilever : peigne classique à gauche et peigne pour pont très biais à droite

Ces joints sont adaptés aux souffles entre 50 et 700 mm environ, à tout type de trafic et peuvent s'accommoder de biais importants.

1.3.2.6 - Les joints à plaques appuyées

Les **joints à plaques appuyées** sont également appelés joints à ponts appuyés.

Ce joint de dilatation comporte des éléments assurant le pontage du hiatus par appui ancré d'un côté et appui glissant de l'autre.

Plusieurs types de joints à plaques appuyées sont distingués :

- à **plaques appuyées glissantes** (Fig. 1-14)

Ce joint de dilatation comporte des éléments (à peigne ou non) ancrés d'un côté de la structure. Ces éléments glissent sur des contre-éléments (à peigne ou non) fixés du côté opposé.

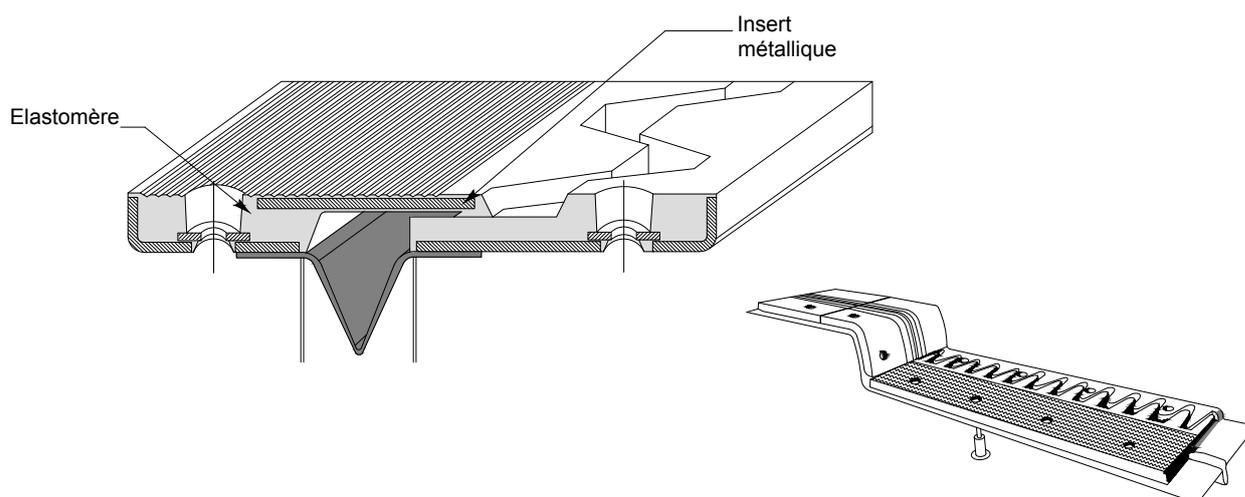
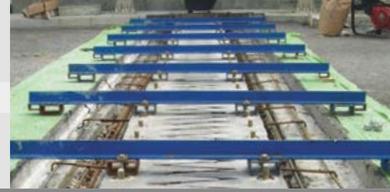


Figure 1-14 : Joint à plaques appuyées



- à plaques appuyées et lames roulantes (Fig. 1-15)

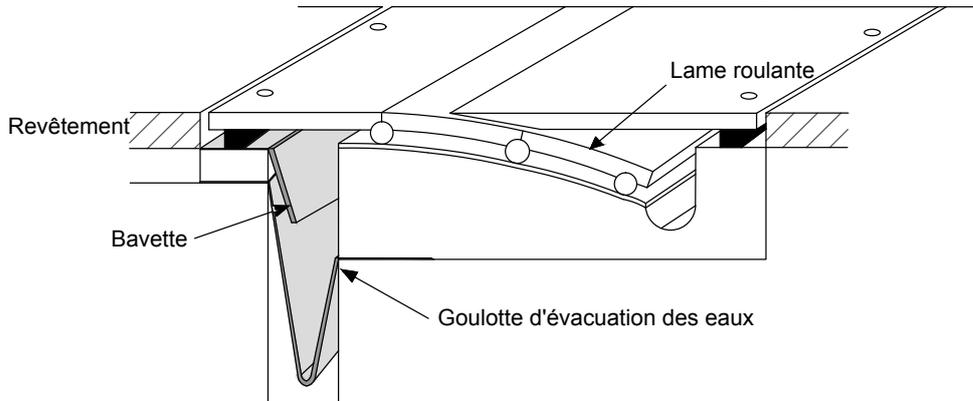


Figure 1-15 : Joint à plaques appuyées et lames roulantes

1.3.2.7 - Les joints modulaires

Le **joint modulaire** comporte des éléments successifs de même type pour franchir le hiatus.

Plusieurs types de joints modulaires sont distingués :

- à poutres fixes (Fig. 1-16)

Ce joint de dilatation est constitué par une plaque de pontage et des modules extensibles qui sont placés des deux côtés de cette plaque de pontage. La totalité des éléments est supportée par des poutres métalliques en porte-à-faux scellées dans le béton.

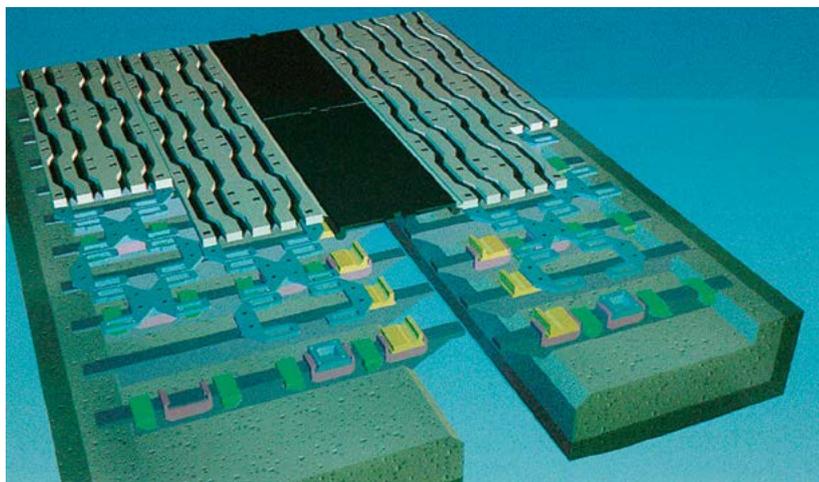
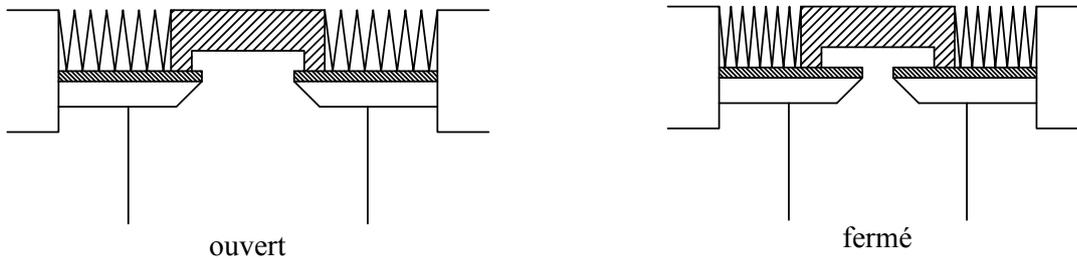


Figure 1-16 : Joint modulaire à poutres fixes



- **à poutres glissantes** (Fig. 1-17)

Ce joint de dilatation consiste en une succession de rails soutenus par (et glissant sur) des poutres appuyées de part et d'autre de l'espace entre les parties en regard de la structure et glissant sur ces parties. Des profilés en caoutchouc sont insérés entre les rails.

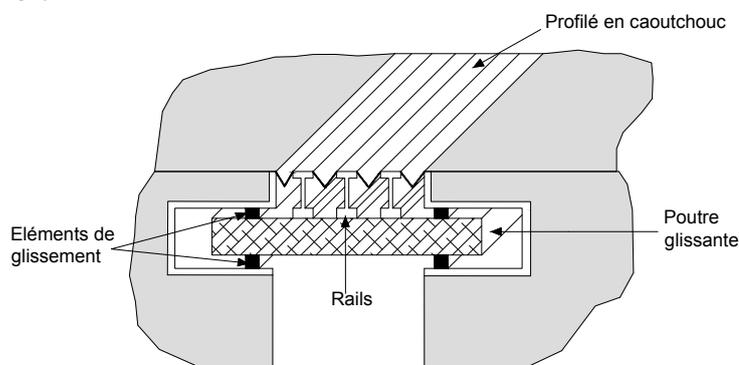


Figure 1-17 : Joint modulaire à poutres glissantes

- **à supports pantographe** (pour mémoire car peu utilisé en France) (Fig. 1-18)

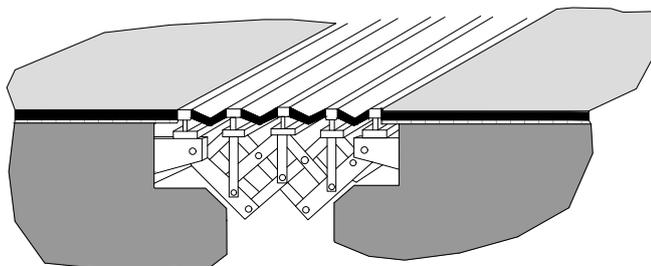


Figure 1-18 : Joint modulaire à supports pantographe

1.4 - Documents de référence et contexte réglementaire

1.4.1 - Avis techniques

Indépendamment du présent document, il existe pour la plupart des modèles de joints proposés par les fabricants installateurs, un avis technique Cerema/DTEcITM (ex-Sétra), délivré par la Commission des Avis Techniques « Joints de chaussée des ponts routes ».

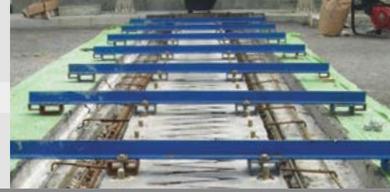
L'avis technique est un document d'information décrivant le produit et donnant les engagements du fabricant / installateur ainsi que l'avis d'un groupe d'experts (Administration, gestionnaires, représentants de la profession...) sur divers aspects du joint et notamment :

- la conception du joint et la qualité des matériaux constitutifs ;
- la bonne adaptation du produit au domaine d'emploi (sur la base des critères d'appréciation) ;
- la qualité de la mise en œuvre par les équipes de pose ;
- sa durabilité : l'efficacité de son étanchéité, son entretien, son comportement sous trafic, etc.

Les avis techniques sont destinés à fournir aux divers intervenants (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, gestionnaires, entreprises...) une opinion autorisée sur le comportement prévisible des produits, procédés et matériels concernés de manière à permettre à ces intervenants de prendre leur décision en pleine connaissance de cause.

Nota : Ils ne peuvent en aucun cas être utilisés pour prouver que le joint correspondant est bien adapté à l'ouvrage considéré.

Toute autre solution (même si elle ne fait pas l'objet d'un avis technique) reste néanmoins envisageable si elle recueille l'accord préalable de toutes les parties impliquées. En l'absence d'un tel avis, l'entreprise devra justifier des performances de son produit avec un niveau de garantie équivalent à celui apporté par les avis techniques



Cerema/DTeclTM, notamment en produisant des résultats d'essais. Les essais devront être identiques aux essais effectués dans le cadre d'une procédure d'avis technique.

La procédure d'avis technique repose sur :

- la fourniture d'un dossier technique par le demandeur (fabricant/installateur⁽³⁾) ;
- l'examen du dossier, des plans et dessins, par le secrétariat de la Commission des Avis Techniques « Joints de chaussée des ponts-routes » ;
- la réalisation d'un audit de chantier ;
- la production de compte-rendu d'essais normalisés de type et d'identification des composants ;
- la délivrance d'un avis technique « Initial » valable 2 ans. À l'échéance de cette période, il est réalisé un audit sur site afin d'évaluer le comportement du joint sous trafic. Il est alors délivré, en cas de comportement favorable, un avis technique définitif valable 5 ans.

La liste des avis techniques⁽⁴⁾ du Cerema/DTeclTM est régulièrement tenue à jour.

1.4.2 - Déclaration des performances et marquage CE

Le Règlement des Produits de Construction (RPC) (*règlement n° 305/2011/UE*) [3] impose depuis le 1^{er} juillet 2013 une déclaration des performances (DoP) et le marquage CE de tout produit de construction entrant dans le champ d'une norme harmonisée ou faisant l'objet d'une Evaluation Technique Européenne (ETE). Il est à souligner que l'obtention d'une ETE découle d'une démarche volontaire du fabricant.

La DoP est établie par le fabricant, et doit contenir les performances d'au moins une des caractéristiques essentielles du produit de construction. Aussi, les entreprises ne sont plus tenues de fournir leur certificat CE, mais uniquement ce document.

Le fabricant assume désormais la responsabilité de la conformité du produit de construction au regard des performances déclarées.

La DoP comporte notamment les informations suivantes : (conformément à l'article 6.2 du RPC)

- la référence du produit type pour lequel la déclaration des performances a été établie ;
- le ou les systèmes d'évaluation et de vérification de la constance des performances du produit de construction ;
- le cas échéant, le numéro de référence de la documentation technique spécifique utilisée et les exigences auxquelles, selon le fabricant, le produit satisfait.

Le fabricant doit en outre déclarer dans la DoP (conformément à l'article 6.3 du RPC) :

- l'usage ou les usages prévus pour le produit de construction, conformément à la spécification technique harmonisée applicable ;
- la liste des caractéristiques essentielles définies dans le Document d'Evaluation Européen (DEE), pour l'usage ou les usages prévus déclarés ;
- les performances d'au moins une des caractéristiques essentielles du produit de construction, pertinentes pour l'usage ou les usages prévus déclarés ;
- le cas échéant, les performances du produit de construction, exprimées par niveau ou classe correspondant aux caractéristiques essentielles déterminées conformément à l'article 3.3 du RPC ;
- les performances des caractéristiques essentielles du produit de construction relatives à l'usage ou aux usages prévus, en prenant en considération les dispositions concernant cet ou ces usages là où le fabricant entend mettre le produit sur le marché ;
- pour les caractéristiques essentielles figurant sur la liste, pour lesquelles les performances ne sont pas déclarées, les lettres « NPD » (« performance non déterminée »).

La DoP est établie au moyen du modèle figurant à l'annexe III du RPC.

Le marquage CE est alors apposé sur les produits de construction pour lesquels le fabricant a établi une DoP. Si une DoP n'a pas été établie par le fabricant conformément au RPC, le marquage CE n'est pas apposé.

(3) Un avis technique ne peut être délivré qu'à un fabricant/installateur assurant lui-même la fourniture et la pose du joint qu'il présente de façon à pouvoir assurer l'entière responsabilité de la tenue de celui-ci dans le temps et garantir la possibilité ultérieure d'interventions d'entretien ou de remplacement. Cependant, un fabricant peut s'associer à une société spécialisée dans la pose sur chantier de ses joints, à condition que les deux partenaires soient liés par des accords permanents garantissant vis-à-vis des clients leur responsabilité solidaire. La validité de l'avis technique est strictement limitée aux entreprises qui y sont mentionnés.

(4) Disponible sur le site www.cerema.fr.



Nota : À ce jour, en raison de l'absence d'une norme harmonisée pour les joints de chaussée, les fabricants peuvent continuer de vendre leurs produits sans déclaration des performances (DoP) et sans marquage CE, et ne sont pas tenus de demander une évaluation technique européenne (ETE). Seules les entreprises titulaires d'une ETE doivent établir une DoP et marquer CE leurs produits.

Dans le cas de l'utilisation du marquage CE, il convient de s'assurer que les performances déclarées couvrent de façon exhaustive les exigences prévues par le DEE de façon à assurer l'aptitude à l'usage du joint.

1.4.3 - Contenu de l'ETAG 032

Le Guide d'Agrément Technique Européen ETAG 032 « Expansion joints for road bridges » [2] a été adopté en Juin 2013.

L'ETAG 032 comporte une partie générale et 7 parties spécifiques correspondant aux différentes familles de joints :

- Joints sous revêtements (Buried Expansion Joint) ;
- Joints à revêtement amélioré (Flexible Expansion Joint) ;
- Joints à lèvres ou à hiatus (Nosing Expansion Joint) ;
- Joints à pont à bande (Mat Expansion Joint) ;
- Joints cantilever ou à peigne en console (Cantilever Expansion Joint) ;
- Joints appuyés (à plaque appuyée ou à pont appuyé) (Supported Expansion Joint) ;
- Joints modulaires (Modular Expansion Joint).

Destiné à être utilisé comme Document d'Évaluation Européen (DEE), ce document permet de vérifier les performances du joint de chaussée selon les 7 exigences fondamentales (EF) du RPC (NB : en fait seulement 4 exigences fondamentales ont été jugées pertinentes pour les joints de chaussée) :

EF 1 - Résistance mécanique et stabilité

- Résistance mécanique
- Capacité de mouvement
- Aptitude à l'auto nettoyage
- Résistance à l'usure
- Étanchéité
- Comportement sous séisme

EF 2 - Sécurité en cas d'incendie

- Néant (non retenue car jugée non pertinente pour les joints de chaussée)

EF 3 : Hygiène, santé et environnement

- Néant (non retenue car jugée non pertinente pour les joints de chaussée)

EF 4 - Sécurité d'utilisation et accessibilité

- Hiatus et vides acceptables (véhicules, piétons, cyclistes)
- Capacité à ponter les hiatus et nivellement de la surface de circulation
- Tenue à la glissance
- Capacité de drainage

EF 5 - Protection contre le bruit

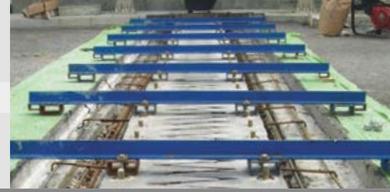
- Minimiser les nuisances sonores induites

EF 6 - Économie d'énergie et isolation thermique

- Résistance à la fatigue
- Corrosion, vieillissement
- Produits chimiques
- Température, UV, ozone, gel/dégel

EF 7 - Utilisation durable des ressources naturelles

- Néant (non retenue car jugée non pertinente pour les joints de chaussée)



Lorsque l'évaluation du produit par l'organisme d'évaluation technique est positive, une ETE est alors publiée.

L'ETE décrit un produit et ses performances à l'instant initial de son évaluation. Il faut donc s'assurer que dans le temps, cette évaluation reste positive et que la déclaration des performances du produit est vérifiée. L'ETAG032 précise que le système d'évaluation et de vérification de la constance des performances (EVCP) est de niveau 1. Cela implique la déclaration, par le fabricant, des performances en ce qui concerne les caractéristiques essentielles du produit de construction sur la base des éléments suivants :

- a) le fabricant effectue :
 1. un contrôle de la production en usine ;
 2. des essais complémentaires sur des échantillons prélevés par lui dans l'usine conformément au plan d'essais prescrit ;
- b) l'organisme notifié de certification des produits décide de délivrer, de soumettre à des restrictions, de suspendre ou de retirer le certificat de constance des performances du produit de construction en s'appuyant sur les éléments suivants :
 1. une évaluation des performances du produit de construction fondée sur des essais (y compris l'échantillonnage), des calculs, des valeurs issues de tableaux ou sur la documentation descriptive du produit ;
 2. une inspection initiale de l'établissement de fabrication et du contrôle de la production en usine ;
 3. une surveillance, une évaluation et une appréciation continue du contrôle de la production en usine.

Lorsque l'EVCP est respectée, le fabricant peut enfin rédiger une déclaration des performances conformément à l'ETE qu'il a obtenue. Pour l'utilisateur, un marquage CE, obligatoire dès lors qu'il y a une déclaration des performances, valide l'ensemble des procédures mises en œuvre pour assurer la fiabilité de cette déclaration.

Une ETE rédigée sur la base de l'ETAG032 est axée sur la performance du produit et non sur sa mise en œuvre. Certes, il est vérifié que le produit résiste bien à la fatigue, aux variations de longueurs du pont etc. Cependant il n'est pas fait mention des conditions de mise en œuvre sur le chantier.

De ce fait, une ETE rédigée sur la base de l'ETAG032 est similaire sur certains points à un avis technique (partie relative aux essais et contrôle de production du produit) mais ne peut se substituer à un avis technique qui couvre en complément la partie de mise en œuvre sur chantier et de comportement sous circulation.

1.4.4 - Lien avec les Eurocodes et normes européennes

Les données permettant le calcul du souffle, des charges sur le joint (statiques, dynamiques et fatigue) sont issues de l'application des Eurocodes (cf. Chapitre 3 pour plus de détails).

Les données nécessaires au calcul de l'assemblage du joint de dilatation et de la structure du tablier sont celles données dans l'évaluation technique européenne ETE appropriée et fournies par le fabricant.

L'annexe B de l'EN 1993-2 [4] (transfert dans l'EN 1990 prévu) donne les recommandations pour l'établissement des spécifications techniques d'un joint de dilatation de pont routier mais l'annexe nationale Française invalide cette annexe B de l'EN 1993-2. Ce guide donne donc les prescriptions applicables et utiles en la matière.

Les données nécessaires liées à la durabilité du béton armé (utilisé pour les longrines d'ancrage par exemple) sont issues de l'EN 1992-1-1 [5] et de la norme NF EN 206/CN [6].





Chapitre 2

Les problématiques des joints de chaussée

2.1 - Entretien, vieillissement

Les joints de chaussée sont soumis à de fortes sollicitations, à des agressions de l'environnement, etc. Ils subissent donc une usure « normale » plus ou moins rapide, qui a pour conséquence :

- une durée de vie limitée, largement inférieure à celle de l'ouvrage ;
- la programmation régulière de travaux d'entretien, de remise en état, et/ou de remplacement.

De plus, il existe un certain nombre d'actions accidentelles qui peuvent altérer un joint ou son solin : choc de lame de chasse-neige, dégradations lors du rabotage de la chaussée, incendie au droit du joint...

Les évolutions apportées à la conception des dispositifs ont permis jusqu'à ce jour de remédier à une partie des problèmes techniques rencontrés sur certains produits :

- amélioration de la résistance à la corrosion et prise en compte du phénomène de corrosion galvanique ;
- amélioration de la durabilité des bétons ou des produits de remplissage des solins ;
- meilleure maîtrise des produits de scellement, notamment de leur emploi.

Malgré tout, certains joints présentent en vieillissant des pathologies qui induisent un risque vis-à-vis de la sécurité des personnes (remontée de vis ou tiges desserrées, perte d'éléments sur la chaussée pouvant entraîner des accidents de la route, dents cassées dangereuses pour les cyclistes, etc.).

2.1.1 - La facilité d'entretien et de remplacement

Le maître d'ouvrage et/ou le gestionnaire cherchera à pouvoir disposer d'un joint de chaussée dont la facilité d'entretien sera avérée. Toutefois, si les opérations d'entretien doivent être les plus simples et les plus espacées possibles, il est illusoire de penser qu'un joint pourrait y échapper (voir ci-dessous et chapitre 4).

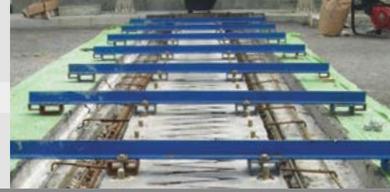
Les joints de conception mécanique simple garantissent, en général, une bonne durabilité. *A contrario*, un joint de conception complexe comportant des articulations, des mécanismes, des éléments s'appuyant sur d'autres avec frottement, des systèmes avec ressorts, comporte un risque d'usure plus important et impliquera donc des interventions du service d'entretien plus fréquentes et plus spécialisées (graissage de parties glissantes, remplacement des pièces d'usure, etc.).

Une conception optimisée du joint doit permettre que les éléments soumis à usure puissent être remplacés rapidement et facilement y compris le système d'étanchéité en minimisant les incidences sur le trafic.

2.1.2 - La périodicité des interventions

Pour chaque modèle de joint de chaussée, le fabricant doit pouvoir fournir :

- une liste des opérations d'entretien courant avec leur périodicité ;
- une liste des critères d'endommagement critiques (zones sensibles à visiter) devant nécessairement déclencher une opération spécialisée sous peine de voir apparaître des désordres graves.



À titre d'exemple, les opérations d'entretien courant peuvent porter sur :

- la boulonnerie (état « visuel » de serrage, état de la protection contre la corrosion, etc.) ; bien évidemment, le changement standard doit être fait avec un produit conforme à celui désigné dans le dossier technique (et décrit dans le carnet d'entretien) ;
- le nettoyage des profilés en élastomère ;
- l'entretien du système de recueil et d'évacuation des eaux...

Il convient de se référer au chapitre 4 pour la classification des différents niveaux d'intervention (entretien courant, entretien spécialisé ou réparation).

2.2 - Le traitement de l'étanchéité

2.2.1 - Généralités

Le principe de la réalisation d'une étanchéité en extrados tel que défini pour les ouvrages d'art a cinq incidences sur les joints :

- la fermeture nécessaire de l'étanchéité de l'ouvrage au ras du joint ;
- la conception étanche du dispositif ou le recueil et l'évacuation des eaux de ruissellement dans le vide du joint ;
- le drainage transversal des eaux infiltrées dans le béton bitumineux au droit de la « barrière » que constitue le joint ;
- la continuité de l'étanchéité dans le caniveau et au droit de la bordure de trottoir ;
- l'étanchéité au droit du trottoir (*cf.* Chapitre 2, §2.3).

La réalisation d'une bonne étanchéité des joints et notamment d'une liaison efficace et durable entre le joint et l'étanchéité est primordiale pour la pérennité de la structure, particulièrement pour les ouvrages sensibles (ouvrages en béton précontraint, ouvrages métalliques ou mixtes...).

Ceci ne doit pas être improvisé sur chantier mais être défini et détaillé dès l'implantation des dispositifs sur les dessins d'exécution. Les adaptations nécessaires sur chantier doivent être validées par la maîtrise d'œuvre sur la base de l'avis éventuel d'un spécialiste.

Il n'est pas souhaitable d'avoir un point bas du profil en long du tracé au droit du joint. Le joint de chaussée n'est pas destiné à évacuer les eaux de surface. Les dispositifs d'assainissement et d'évacuation des eaux doivent être positionnés en amont de manière à limiter la quantité d'eau transitant au droit du joint.

2.2.2 - Continuité de l'étanchéité au ras du joint

2.2.2.1 - Principes généraux

La méthode de pose des joints après mise en œuvre du revêtement⁽⁵⁾, telle que décrite dans le chapitre 4, entraîne une coupe du revêtement et surtout de l'étanchéité.

- Dans le cas d'une étanchéité par système d'étanchéité liquide (SEL), ou anciennement dénommé film mince adhérent au support (FMAS), la probabilité d'un cheminement d'eau à l'interface tablier/chape est quasiment nulle puisque le film d'étanchéité adhère fortement au béton (adhérence supérieure à 1 MPa).
- Dans le cas d'une étanchéité à base de bitume (mastic d'asphalte ou feuilles préfabriquées), ce risque d'un cheminement de l'eau à l'interface tablier/chape existe (Fig. 2-1) et a d'ailleurs été observé (voir STER 81 sous dossier E, ch. 1, p. 25 [7], où un défaut de raccordement d'un joint à l'étanchéité a été mis en cause dans un désordre), et risque de générer des infiltrations d'eau dans le tablier sous-jacent.

⁽⁵⁾ Les joints « sous revêtement » ne sont pas concernés.

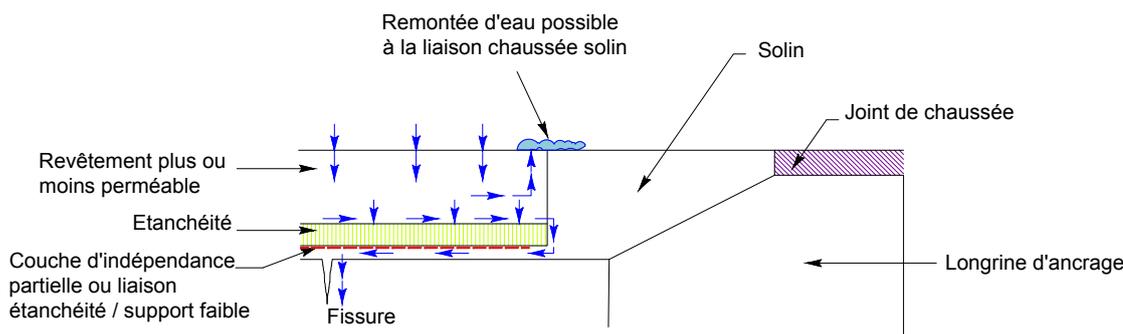


Figure 2-1 : Les cheminements possibles de l'eau

Pour éviter toute infiltration par contournement de l'étanchéité, il faut « fermer » les bords et drainer cette zone. La solution classique qui consiste longitudinalement, au droit des corniches ou des trottoirs des ouvrages, à relever l'étanchéité dans un dispositif type engravure n'est pas possible transversalement, le long du joint. Il convient donc de rechercher d'autres solutions qui sont décrites ci-après avec leurs avantages, leurs différentes efficacités et leurs limites.

Nota 1 : Le choix de la solution à adopter est laissé à l'appréciation du maître d'œuvre en fonction des considérations développées ci-après. Ce choix doit être effectué avant la signature du marché car le coût des différentes solutions n'est pas comparable ou n'est pas à la charge des mêmes intervenants.

Nota 2 : 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 techniques. Cela peut aller jusqu'à une impossibilité d'emploi sur un ouvrage ayant une étanchéité non adhérente au support.

2.2.2.2 - Fermeture de l'étanchéité avec solin en béton de ciment

La technique consiste à réaliser le bétonnage de la feuillure (quand il s'agit d'une pose en feuillure⁽⁶⁾) jusqu'au niveau de la surface de roulement sans reprise de bétonnage ni mise en œuvre 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 figure 4-20 (Chapitre 4, §4.4.1.2).

Les principaux **avantages** sont les suivants :

- la rapidité de la mise en œuvre puisque l'ancrage et le solin sont réalisés simultanément ;
- le béton de ciment réalise un massif qui, par sa meilleure tenue que l'enrobé à l'usure ou à l'orniérage, assure une protection efficace de l'arête du joint côté revêtement : le joint sera moins sollicité par les chocs des roues.

Les principaux **inconvénients** sont les suivants :

- si les venues d'eau à partir du revêtement ne risquent plus 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 câbles de précontrainte proche de la surface, etc.) et la moindre faille dans l'étanchéité pourrait être grave de conséquences (Fig. 2-2) ;

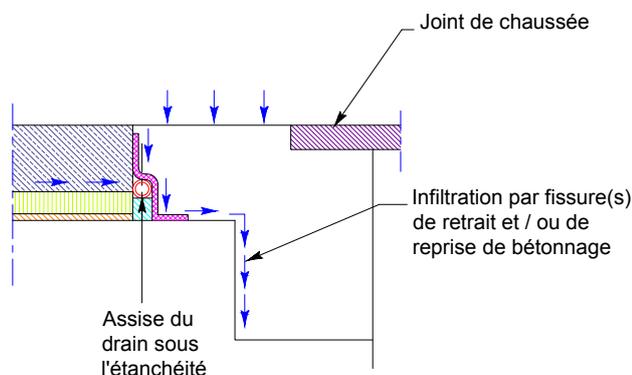
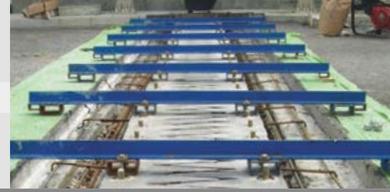


Figure 2-2 : Le cheminement possible de l'eau au droit d'un solin en béton

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



Nota : Pour éviter le passage d'eau entre le revêtement et le solin, un mastic hydrogonflant peut être disposé entre le relevé d'étanchéité et le solin en béton de ciment.

- des difficultés pour concevoir et réaliser les liaisons avec les relevés situés derrière les bordures de trottoirs, dans le trottoir ou devant la corniche. Or il ne faut pas oublier que l'on est, le plus souvent, dans la zone du point bas du profil en travers et qu'il faut raccorder le drain transversal avec l'évacuation générale des eaux (Fig. 2-3) ;



Figure 2-3 : 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

- la qualité du béton de ciment qui doit résister aux sels de déverglaçage et aux cycles de gel-dégel pour les régions concernées. De ce point de vue, le respect des formulations en fonction des classes d'exposition conformément à la norme NF EN 206/CN [6] et des enrobages (EN 1992-1-1 [5]) et des règles de l'art lors de l'exécution (vibration pour compacité, cure...) doit être assuré ;
- l'arête du solin est plus rigide que le revêtement adjacent et peut être le point d'impact du choc de roues (risque d'épaufrures, moindre confort des usagers...).

2.2.2.3 - Cas particulier du solin en béton de résine

Dans le cas des solins en béton de résine, la fermeture de l'étanchéité n'est plus obligatoire à condition de s'assurer de la bonne adhérence du béton de résine au support au moyen d'une couche de résine non chargée. Le béton de résine peut être considéré comme étant lui-même étanche à condition d'avoir une forte teneur en résine (rapport pondéral 1/6).

Cependant, il s'avère nécessaire de drainer l'interface entre le solin et l'enrobé au niveau de l'étanchéité. Il convient de s'assurer que le coulage du béton de résine ne vienne pas colmater le drain en le protégeant par une feuille d'étanchéité. Dans le cas des chapes d'étanchéité en semi indépendance (bicouche asphalte 8 + 22 mm, par exemple), le béton de résine doit assurer la fermeture de l'étanchéité sous le drain (Fig. 2-4).

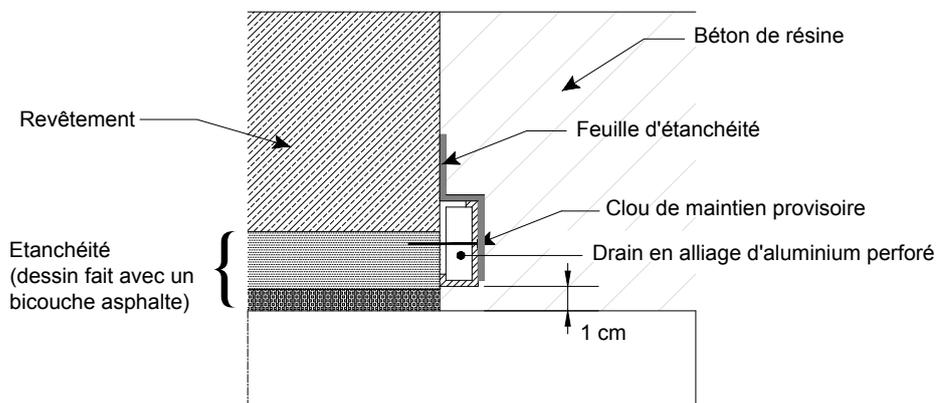


Figure 2-4 : Position et maintien du drain dans le cas d'une étanchéité bicouche asphalte 8 + 22



Dans certains cas, la fermeture de l'étanchéité pour les solins en béton de résine s'effectue de la même façon que pour les solins en béton de ciment.

2.2.2.4 - Cas particulier des joints à revêtement amélioré

La fermeture de l'étanchéité est assurée directement par le matériau constitutif du joint. Il s'avère indispensable de drainer l'enrobé en amont du joint de manière à éviter les résurgences d'eau. Les dispositions classiquement employées consistent à mettre en place un drain perpendiculaire (de type barbacane) en point bas du profil en travers (cf. Chapitre 4 §4.3.1.3).

2.2.3 - Drain

Le rôle du drain est d'évacuer le plus rapidement possible l'eau circulant dans le corps de l'enrobé au-dessus de l'étanchéité et arrivant au droit du trait de scie.

La présence de drain est fonction de la pente longitudinale du tablier. Si celle-ci est inférieure à 1 %, un drain est systématique aux deux extrémités de l'ouvrage au droit du trait de scie (il n'est pas utile d'en prévoir côté culée). Dans le cas d'une pente supérieure, le drain n'est à prévoir qu'en extrémité aval du tablier, en amont du joint par rapport à la pente longitudinale. Il peut en plus être envisagé la pose d'un drain au droit de la dalle de transition s'il y a un risque de stagnation des eaux. Dans le cas où le drain n'est pas mis en place en point haut du tablier, il est recommandé de mettre en œuvre un produit de pontage de surface à la jonction solin/enrobé.

Deux produits sont utilisés :

a) **un ressort en acier inoxydable** 18/8 de diamètre ext. \varnothing 18 mm minimum avec un fil \varnothing 1,5 mm et un pas de 3 mm.

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. 2-3).

Les liaisons appropriées avec les drains longitudinaux seront ménagées.

b) **un tube rectangulaire en alliage d'aluminium** AGS X 636 de 28 x 12,5 x 2 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 :

- verticalement pour les étanchéités asphalte (Fig. 2-4) ;
- horizontalement pour les étanchéités par film mince et en feuilles préfabriquées.

Dans l'un et l'autre cas, les fentes sont placées en haut et le long du trait de scie.

À défaut de dispositifs spécifiques de raccordement, les éléments de drain successifs peuvent être juxtaposés et maintenus ensemble ou emboîtés. Il convient d'apporter une attention particulière au positionnement du drain lors de la pose afin d'assurer son bon fonctionnement (bon plaquage sur le support). Pour cela, il faut le positionner en altimétrie au niveau de l'étanchéité de l'ouvrage en le posant sur un cordon de bitume pur dont l'épaisseur doit être celle de l'étanchéité en place (cf. Fig. 4-20 du §4.4.1.2 du chapitre 4).

Les exutoires des drains doivent être chemisés et raccordés au dispositif d'évacuation des eaux de l'ouvrage afin d'éviter les venues d'eau sur les éléments de la structure (ancrages de précontrainte, appareils d'appuis...).

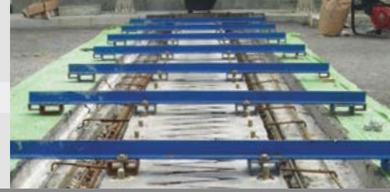
2.2.4 - Étanchéité et/ou récupération des eaux dans le vide du joint

2.2.4.1 - Principes généraux

Les différents modèles de joints proposent des performances variables vis-à-vis de l'étanchéité à l'eau.

Certains modèles sont conçus pour être étanches à l'eau (joint à revêtement amélioré, joint à bande, joint à lèvres par exemple).

Pour d'autres modèles, il est nécessaire de prévoir un dispositif de recueil des eaux passant à travers le joint par la mise en œuvre d'une bavette ou d'une gouttière. Deux principes de recueil des eaux sont présentés au §2.2.4.3.



2.2.4.2 - Joints étanches

Ces joints appartiennent aux modèles de la famille « joint à revêtement amélioré » (chapitre 1, §1.3.2.2), « joint à bande » (chapitre 1, §1.3.2.4), à la plupart des modèles de « joints à lèvres » (chapitre 1, §1.3.2.3) et à certains modèles de « joints cantilever » (chapitre 1, §1.3.2.5).

De par leurs conceptions, les joints à revêtement amélioré et les joints à bande sont étanches lorsqu'ils sont intègres.

Pour les autres types de joint, ils comportent un profilé caoutchouc compressible assurant, dans les conditions normales de fonctionnement du joint, une étanchéité relative à l'eau et aux matériaux.

En général, il s'agit de joints de souffle inférieur à 40/50 mm parfois 80 mm. Cependant certaines conceptions de joints permettent d'utiliser des profils d'étanchéité jusqu'à des valeurs importantes du souffle : 250 à 300 mm.

Nota : Dans le cas d'ouvrages particulièrement sensibles, il est possible de prévoir la pose d'un dispositif de recueil (gouttière) qui prendra le relai en cas de défaut de l'étanchéité du joint.

2.2.4.3 - Joints non étanches

Il est alors nécessaire de lui adjoindre un dispositif de recueil et d'évacuation des eaux, à l'aide d'une gouttière de récupération ou par bavette seule.

a) Système de récupération des eaux

Le recueil des eaux est assuré par des dispositions particulières sous le joint. Elles s'inspirent des dispositifs des figures 2-5 à 2-7 :

- la bavette indépendante du joint ;
- le chéneau de récupération.

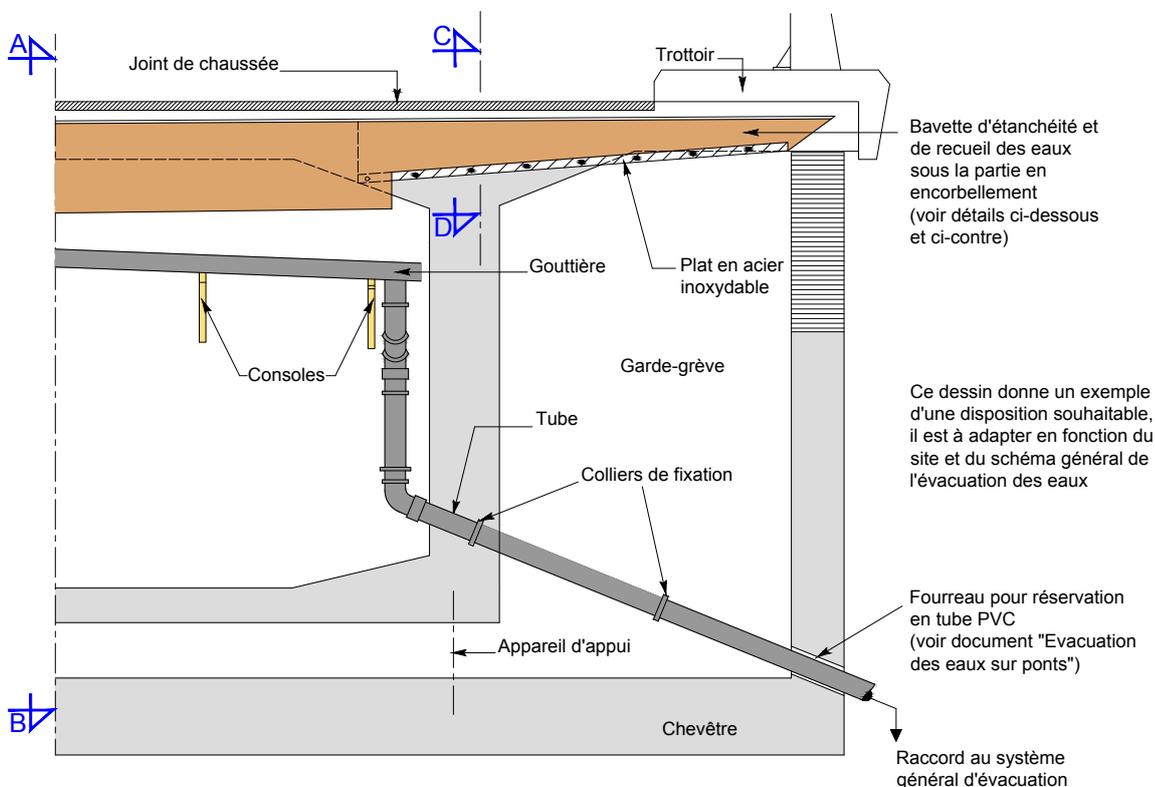


Figure 2-5 : Système de récupération des eaux par bavette et chéneau



COUPE AB

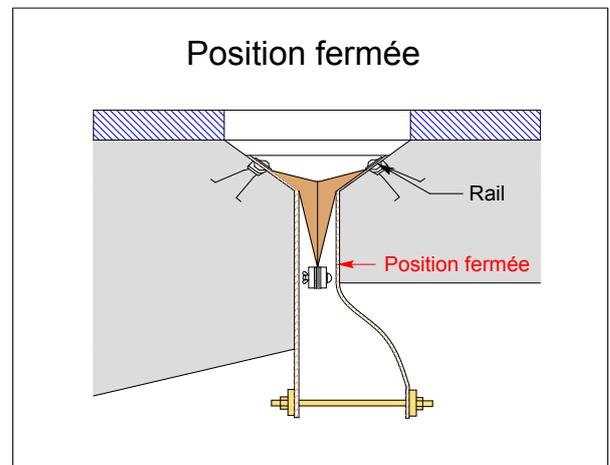
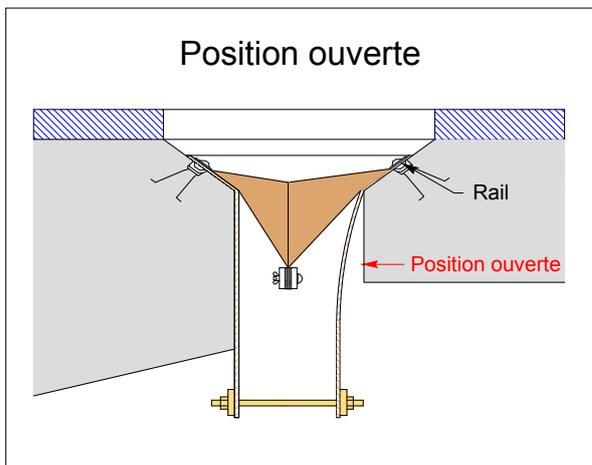
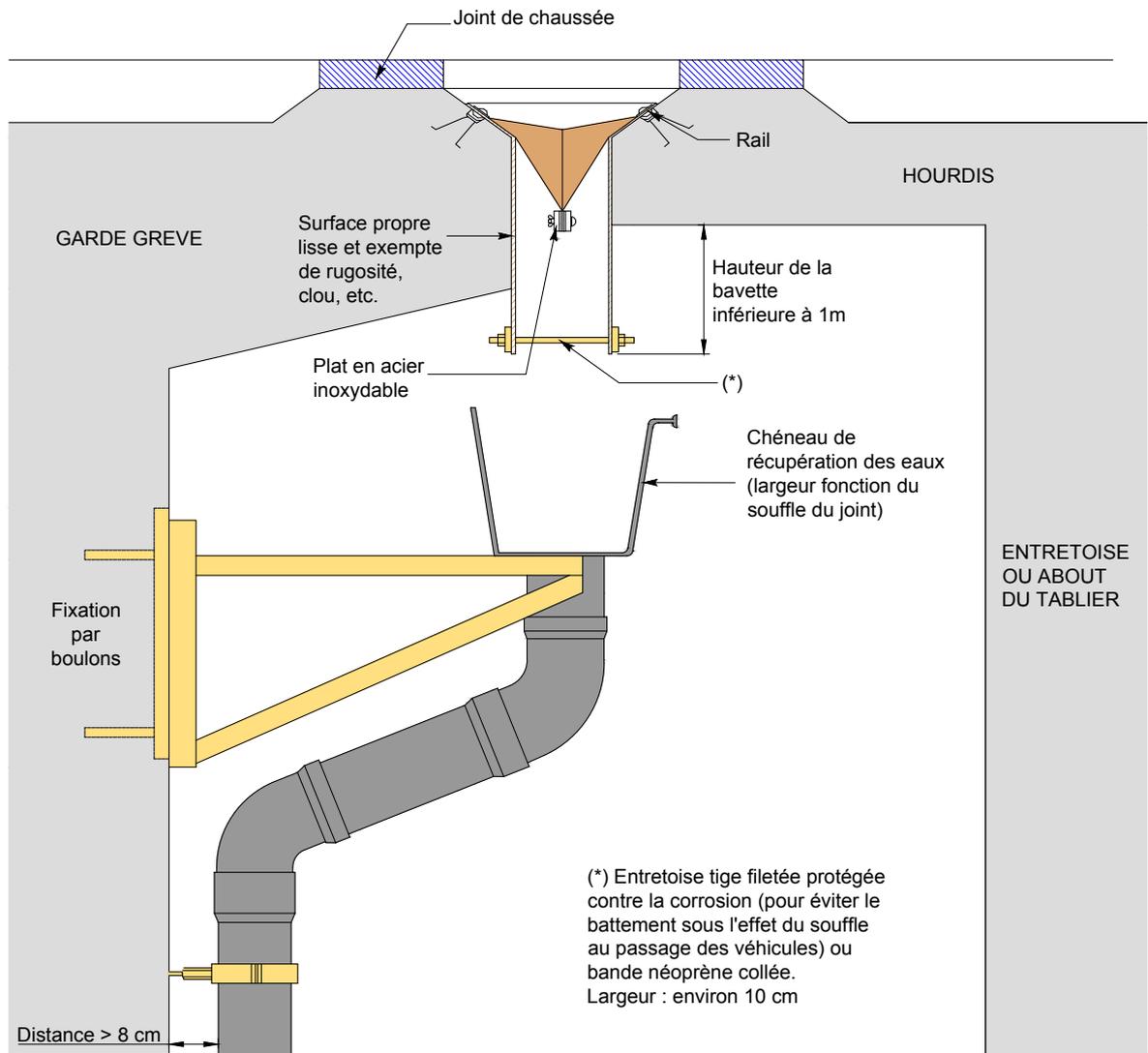
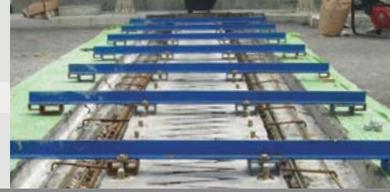
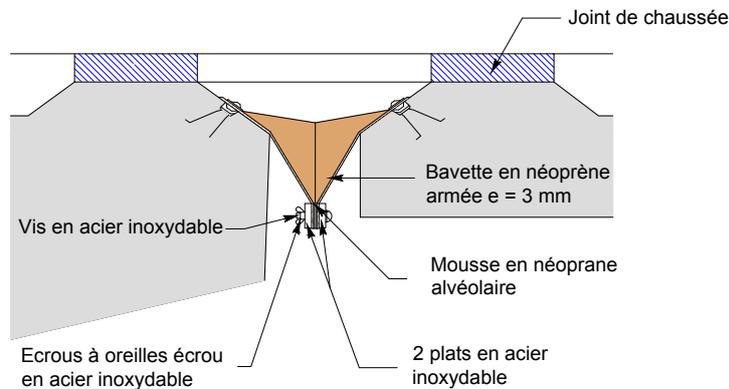


Figure 2-6 : Système de récupération des eaux par bavette et chéneau - coupe AB



COUPE CD



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

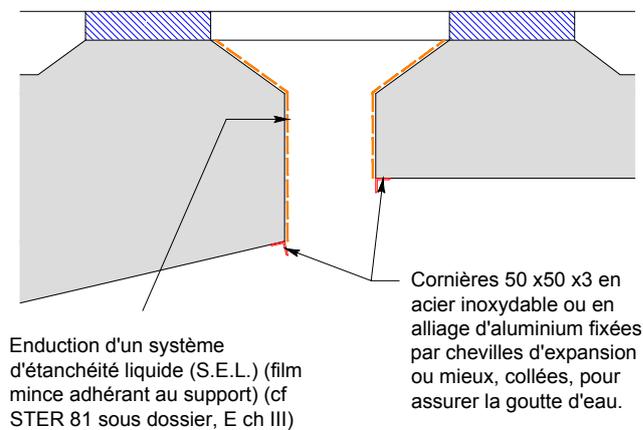


Figure 2-7 : Système de récupération des eaux par bavette et chéneau - coupe CD et variante

Les dispositions ci-dessus sont surtout adaptées au cas des joints à souffle supérieur ou égal à 100 mm⁽⁷⁾, et présentent généralement les avantages suivants :

- l'entretien est facilité car il se fait essentiellement par-dessous (Fig. 2-8). Ceci suppose toutefois de pouvoir disposer d'un accès sous le joint, ce qui est également souhaitable pour d'autres motifs (voir guide Sétra « Guide du projeteur Ouvrages d'Art » [8]). La conception de l'ouvrage devra en tenir compte et ceci est donc à prévoir dès le stade du projet ;
- les opérations d'entretien et de maintenance ne nécessitent pas d'interruption du trafic ce qui est une garantie de sécurité pour le personnel ;

(7) Leur emploi pour des joints de souffle plus faible est cependant envisageable.



Figure 2-8 : Trappe de visite et d'entretien d'un chéneau de récupération

- l'efficacité de ces dispositions a été prouvée sur les sites déjà équipés ;
- la réparation est possible par échange des pièces du dispositif qui est conçu à cet effet.

Pour compléter l'aménagement, il est indispensable de traiter avec soin le raccordement de ce dispositif au réseau général d'évacuation des eaux de l'ouvrage (voir le guide « Assainissement des ponts-routes » du Séttra [9]).

b) Recueil des eaux par bavette seule

Une des dispositions utilisées consiste à assurer l'étanchéité par une bavette pincée sous les éléments métalliques du joint. Dans le vide du joint, cette bavette a une forme de lyre de hauteur variable suivant l'axe longitudinal du joint, pour faciliter l'évacuation transversale des eaux recueillies et l'auto nettoyage (fig. 2-9).

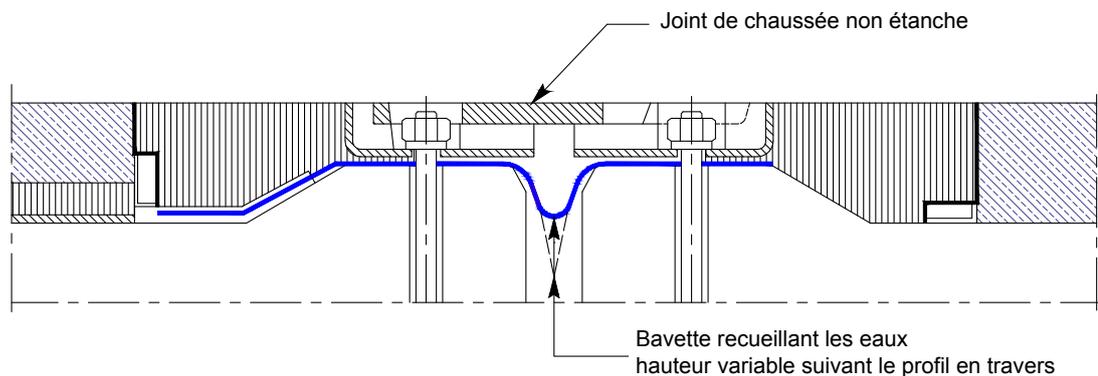
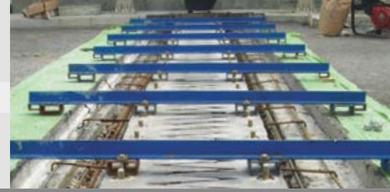


Figure 2-9 : Système de récupération des eaux par bavette



Au point bas un dispositif recueille les eaux pour les conduire au réseau de drainage de l'ouvrage et éviter tout ruissellement sur le chevêtre ou au voisinage des appareils d'appui. La figure 2-10 montre une solution possible de raccordement au réseau d'évacuation des eaux de l'ouvrage.

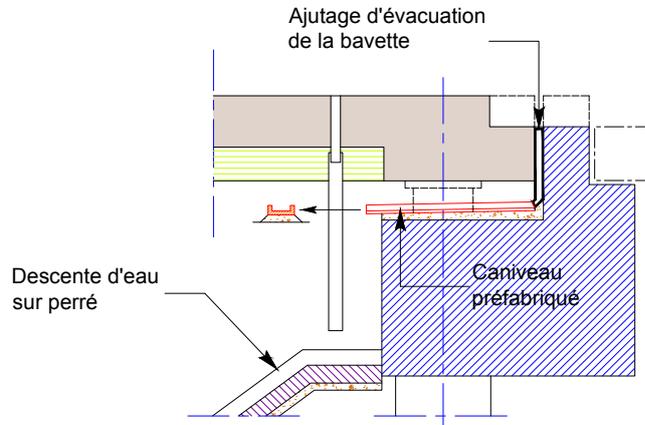


Figure 2-10 : Solution possible de raccord au réseau d'évacuation des eaux de l'ouvrage

À l'expérience, il s'est avéré que cette solution était loin d'être aussi efficace que souhaitée :

- la pente longitudinale de la bavette qui a été ménagée est souvent insuffisante : elle provoque une stagnation d'eau et des dépôts terreux qui sèchent en été avec le risque d'un colmatage du vide du joint et le blocage de l'ouvrage (Fig. 2-11) ;



Figure 2-11 : Encrassement d'une bavette (à gauche) et d'une goulotte (à droite)

- cet encrassement oblige à un entretien périodique, certes possible, mais délicat à mettre en place et à exécuter ;
- l'élastomère de cette bavette s'use par frottement sur le béton et son percement lui fait perdre sa qualité d'étanchéité ;
- l'élastomère utilisé n'est pas toujours d'une qualité suffisante pour résister aux agents chimiques, aux sollicitations et au vieillissement : craquelures, fissures, fragilité, etc.

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 s'il est souhaité une étanchéité parfaite de façon durable.



2.2.5 - Continuité de l'étanchéité au droit du caniveau fil d'eau et de la bordure de trottoir

Selon la capacité d'étanchéité du joint et le type de voirie, il existe de nombreux cas de figures.

Ainsi sur les autoroutes de rase campagne et les voies rapides, dans la majorité des cas, il n'existe pas de trottoir et il est possible de poursuivre le joint de chaussée jusqu'à la corniche (ou la contre corniche) où est placé un élément de remontée de joint (Fig. 2-12 et 2-13).

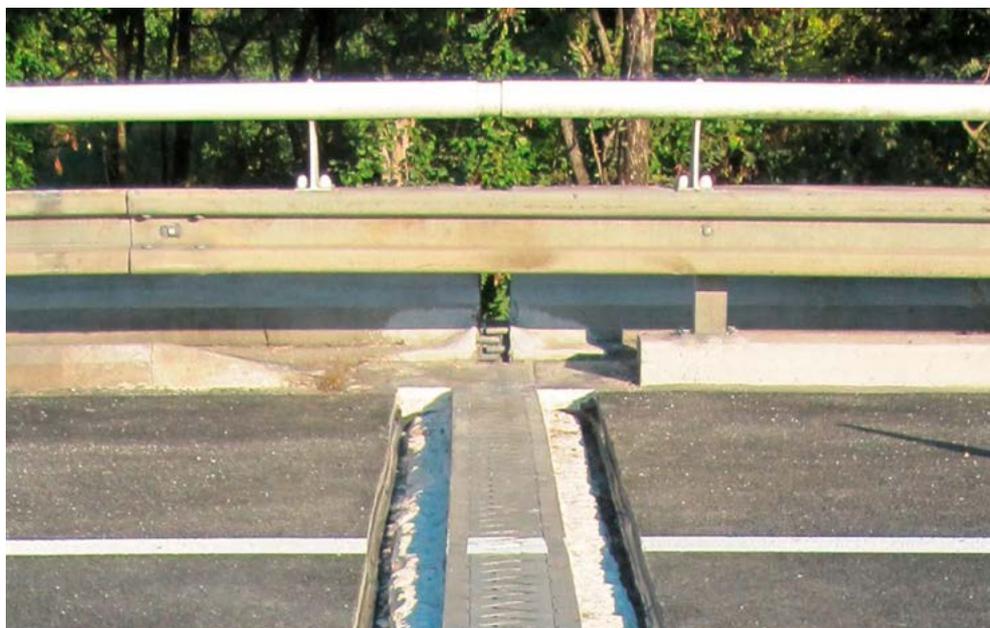
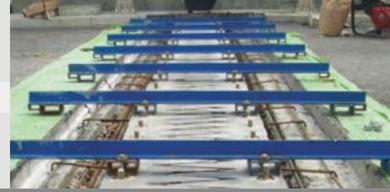


Figure 2-12 : Exemple d'une remontée de joint contre la corniche



Remarque : La remontée de joint a été mise en place mais les solins au droit de la remontée sont manquants

Figure 2-13 : Conséquence de la mauvaise mise en œuvre d'une remontée de joint



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

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

Le raccordement du joint au dispositif de drainage ainsi qu'à l'étanchéité générale et le maintien d'une étanchéité parfaite dans le vide du joint entraîne nécessairement la mise en œuvre de dispositions particulières, à étudier dans le détail au cas par cas en fonction de la géométrie des ouvrages (voir un exemple de mauvaises dispositions sur la figure 2-14). Voir également le chapitre 3 du présent guide.

Dans tous les cas de figure, le relevé doit comprendre l'adaptation de toutes les parties constitutives du joint (profilés métalliques, profilés caoutchouc, solins) de manière à assurer un fonctionnement optimal (Fig. 2-15).

Nota : Des informations complémentaires peuvent figurer dans le chapitre III des avis techniques.



Figure 2-14 : Exemple d'une disposition à éviter : le vide du joint de trottoir sert d'avaloir (absence d'élément de remontée du joint au droit du trottoir, le joint sert de gargouille)



Figure 2-15 : Exemple d'un raccordement about de joint de chaussée/trottoir



Dans le cas de joint non étanche, le système de récupération des eaux dans le vide du joint tiendra compte d'un apport éventuel d'eau de ruissellement qu'une gargouille située en amont du joint n'aurait pu recueillir en totalité. Toutefois, il est anormal de considérer le joint de chaussée comme un dispositif à part entière d'évacuation des eaux de surface équipant l'about de l'ouvrage ainsi que le montre les photos des figures 2-14 et 2-16.

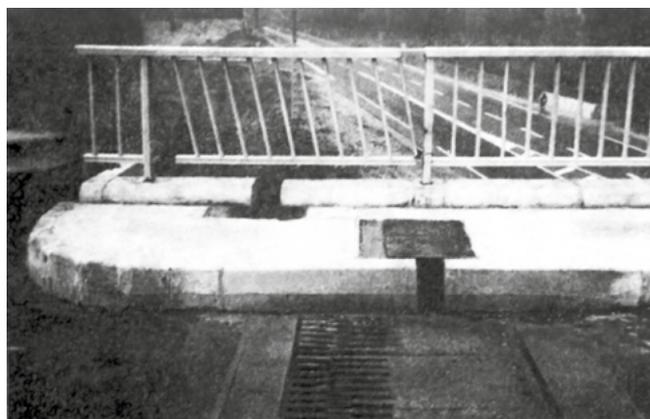


Figure 2-16 : Exemple d'une disposition à éviter : le vide du joint de trottoir sert d'avaloir
À noter, par ailleurs, sur cette photo, que le joint du garde-corps n'a pas fonctionné correctement

2.3 - Les joints de trottoirs et les relevés

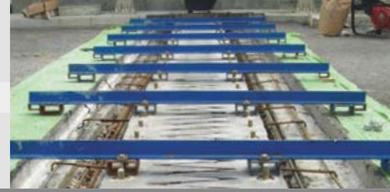
2.3.1 - Généralités

Les fonctions principales du joint de chaussée, à savoir l'autorisation de la libre dilatation de l'ouvrage, la fermeture de l'étanchéité, la continuité de la circulation, sont attendues sur la totalité du linéaire du joint, y compris en rive d'ouvrage. Or le retour d'expérience sur les ouvrages en service montre que le traitement de la zone de dilatation au droit des trottoirs est rarement satisfaisant notamment en matière d'étanchéité (Fig. 2-17).



Figure 2-17 : Exemple d'une défaillance de l'étanchéité au droit du joint de trottoir

Le traitement de cette zone nécessite systématiquement une étude spécifique pour adapter les solutions disponibles à l'ouvrage. Pour cela le projeteur, ou le gestionnaire, se reportera utilement au guide Sétra « Les trottoirs sur les ponts et aux abords immédiats » de 2005 [10] qui traite des aménagements de trottoir et notamment des dispositions relatives aux joints dans son chapitre 8.



Ce guide détaille les dispositions recommandées en fonction du profil en travers de l'ouvrage et rappelle la nécessité de prévoir :

- un joint de structure au niveau du tablier en continuité du joint de chaussée ;
- un joint de surface au niveau de la circulation des piétons ;
- un raccordement (relevé de joint) entre ces différents éléments et le joint de chaussée.

Dans la suite du chapitre les éléments importants à prendre en compte pour réaliser l'étude spécifique de la zone de rive sont précisés, en renvoyant au guide précité pour les détails techniques d'exécution.

2.3.1.1 - Ouvrage sans trottoir

Cas n° 1a : ouvrage sans trottoir et joint à lèvres (ou à hiatus)

Dans cette configuration, la solution recommandée, éprouvée sur ouvrages autoroutiers notamment, est de poursuivre le joint de chaussée jusqu'en rive d'ouvrage en ménageant une ouverture dans la longrine du dispositif de retenue et la corniche (Fig. 2-18).

L'évacuation des eaux de ruissellement doit être prévue, idéalement dans une corniche caniveau.

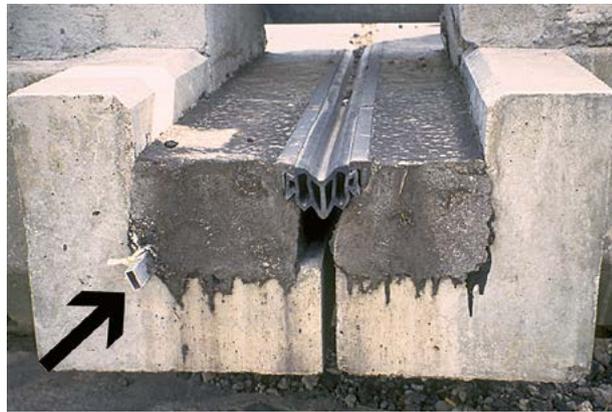
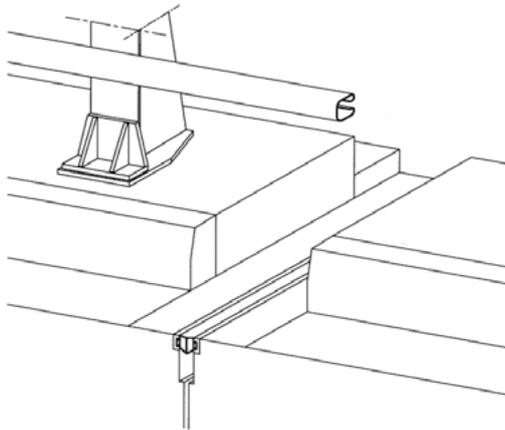


Figure 2-18 : Détail de la disposition prolongeant le joint au travers de la longrine – à noter l'exutoire du drain (cf. flèche)

Cas n° 1b : ouvrage sans trottoir et joint à revêtement amélioré

Dans cette configuration, la solution recommandée est d'effectuer un relevé au pied de la corniche (ou contre corniche) et de traiter le joint de corniche (cf. §2.3.3).

2.3.1.2 - Ouvrage avec trottoirs

Dans cette configuration, il convient de distinguer :

- la fonction continuité de la circulation qui est assurée par le joint de surface ;
- la fonction fermeture de l'étanchéité qui peut être assurée soit par le joint de surface lorsque l'étanchéité au niveau des trottoirs est de type supérieure, soit par un joint de structure lorsque l'étanchéité du trottoir est de type inférieure (prolongement de l'étanchéité principale jusqu'à la contre-corniche ou étanchéité latérale indépendante par exemple).

Cas n° 2a : ouvrage avec trottoirs et étanchéité latérale supérieure

La solution recommandée est celle présentée dans les avis techniques du Cerema/DTecITM, qui consiste à poser un joint de trottoir (compatible avec le joint de chaussée) qui va assurer à la fois la fermeture de l'étanchéité latérale, ainsi que la continuité de circulation piétonne voire cycliste. Le raccordement entre ce joint de trottoir et le joint de chaussée se fait par l'intermédiaire d'un relevé positionné dans l'épaisseur de la bordure de trottoir. Le joint de trottoir doit systématiquement recouvrir le relevé de joint de chaussée afin de garantir l'étanchéité du dispositif par effet de tuile (cf. §2.3.2).

Il est rappelé que les fabricants proposent systématiquement des joints de trottoirs adaptés à leurs joints de chaussée (cf. avis techniques) ainsi que des relevés et que ces ensembles sont indissociables.

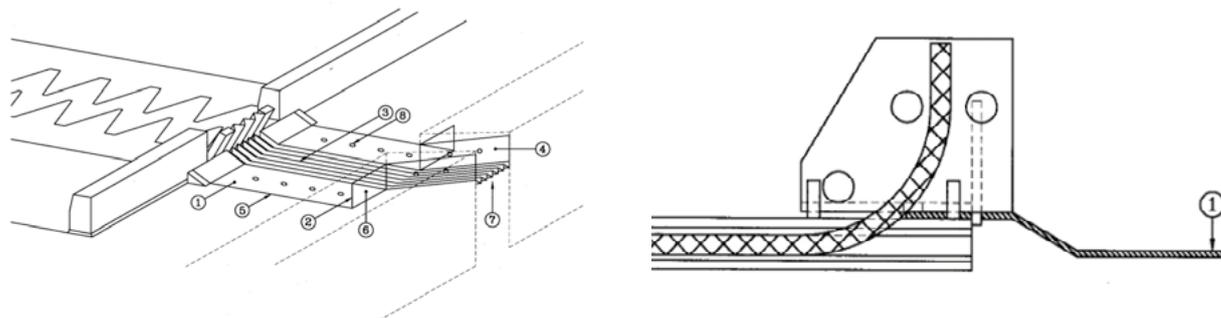


Cas n° 2b : ouvrage avec trottoirs et étanchéité latérale inférieure

Une solution possible est de mettre en œuvre un joint de structure au niveau du tablier sous trottoir. Ce joint constitué d'un profilé élastomère pris en sandwich dans la chape d'étanchéité sous trottoir va assurer sa continuité.

Ce joint de structure est complété par le joint de trottoir (au sens des avis techniques) en surface du trottoir.

La figure 2-19 ci-dessous reprend ce principe de joint de tablier et de joint de surface.



- 1 : La bavette de récupération des eaux et de raccordement à l'étanchéité du pont sera reprise sous l'arrière du relevé du joint et serrée sous lui.
- 2 : En point bas, prévoir une éventuelle évacuation.
- 3 : Pour ce joint, un système de récupération des eaux par bavette (v. Fig. 2-9) convient mais d'autres solutions peuvent être envisagées.
- 4 : Fixation de la bavette sur la paroi verticale par inserts mis en œuvre au moment du coulage du béton.
- 5 : Prise en sandwich de la bavette dans l'étanchéité régnant sous le trottoir.
- 6 : Relevé de bordure sur la contre corniche
- 7 : Dans le cas d'une corniche caniveau, envisager une évacuation de type gargouille comme sur la figure 2-16.
- 8 : Fixation par vis dans des douilles (type Plastirail® ou similaire).

Figure 2-19 : Joint de structure au niveau de l'étanchéité sous trottoir

Il est à noter que pour les joints à revêtement amélioré les joints de structure et de surface sont confondus par réalisation du joint de trottoir sur toute l'épaisseur du trottoir, selon la figure 2-20.

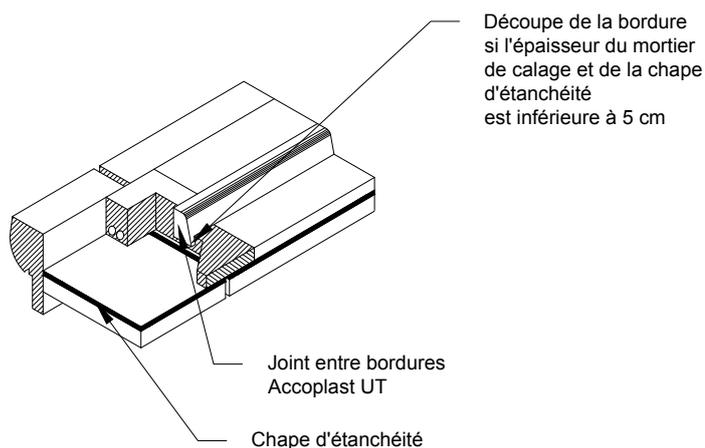


Figure 2-20 : Mise en œuvre d'un joint à revêtement amélioré dans le corps du trottoir

Il existe aussi des cas où l'étanchéité dans le trottoir est du type inférieure et où le trottoir est fermé en extrémité par une longrine qui supporte le joint de trottoir au niveau supérieur. Dans cette configuration, on est ramené au cas n° 2a. Dans ce cas, des dispositions particulières doivent être prévues pour l'évacuation des eaux du corps de trottoir en point bas (piégées contre la longrine) vers le caniveau par une adaptation de la géométrie d'extrémité du corps de trottoir (solin en béton de forme adapté par exemple) (Fig. 2-21).

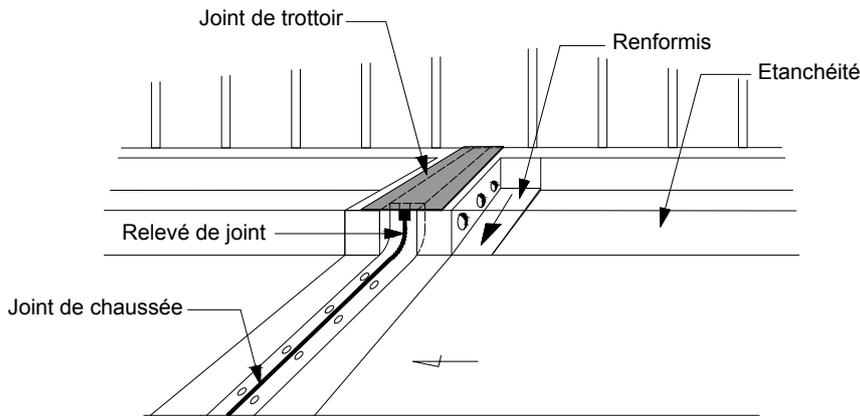
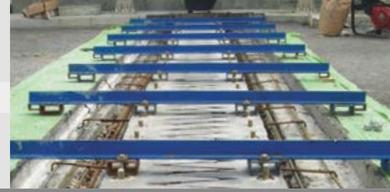


Figure 2-21 : Evacuation des eaux par adaptation de la géométrie d'extrémité du corps de trottoir

2.3.2 - Les relevés du joint de chaussée dans la bordure et la jonction avec le joint de trottoir

Cette zone constitue un point sensible du complexe joint de chaussée/joint de trottoir. De sa bonne réalisation dépend l'efficacité de l'étanchéité du joint.

Le traitement de la remontée de trottoir doit tenir compte :

- de la géométrie de la bordure de trottoir ;
- du biais de l'ouvrage ;
- du relevé de l'étanchéité de l'ouvrage s'il s'effectue dans la contre-bordure ;
- du risque que représente la remontée vis-à-vis de la circulation des usagers (cas des ouvrages biais notamment qui nécessitent l'usage quasi-systématique d'un couvre bordure métallique).

D'une manière générale le relevé de joint mis en œuvre est celui commercialisé avec le joint de chaussée (ensemble indissociable selon les avis techniques). Ce relevé assure l'étanchéité des eaux de ruissellement au niveau du fil d'eau. L'étanchéité au-dessus de la bordure (ou corniche) est assurée par le joint de trottoir qui vient recouvrir, en « tuile », le relevé de joint de chaussée (Fig. 2-22).



Figure 2-22 : Relevé de joint de chaussée, recouvert en tuile par la retombée de joint de trottoir

2.3.3 - Traitement du joint de corniche

L'expérience montre que le traitement du joint de corniche est rarement prévu lors de la réalisation d'un ouvrage neuf. Pourtant ce point mérite une attention particulière afin de préserver les abouts d'ouvrage des infiltrations d'eau.



La solution à privilégier est de poursuivre le joint de trottoir de surface sur la corniche, ce qui suppose que cette disposition soit prévue et détaillée dès le stade du projet (réservation dans la corniche, calepinage des montants de garde-corps permettant l'implantation du joint...) (Fig. 2-23).

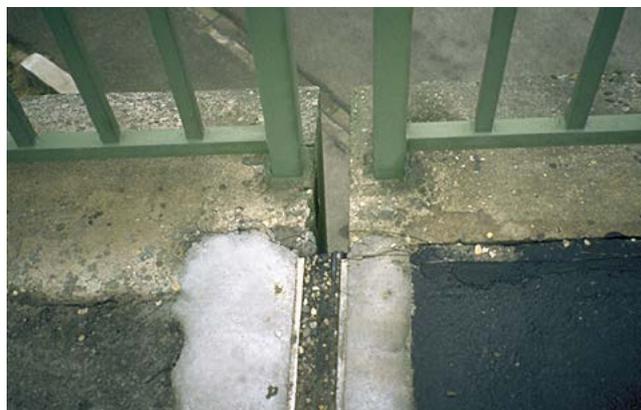


Figure 2-23 : Joint de corniche difficile à réaliser en raison de l'implantation des montants de garde-corps

2.4 - Cas des chaussées mixtes

2.4.1 - Typologie des voiries (fonctionnalité)

Le paragraphe 2.4 traite plus spécialement des infrastructures sur lesquelles cohabitent des voies routières et ferrées, pouvant accueillir des matériels roulants lourds ou légers destinés en général aux transports publics.

Ces infrastructures peuvent accueillir ainsi sur un même ouvrage d'art des voiries séparées routière et ferroviaire (Fig. 2-24 et 2-25) ou des voiries en circulation alternée : ferrée, routière (dont véhicules de secours), piétonne (Fig. 2-26).



Figure 2-24 : Pont de Pierre à Bordeaux



Figure 2-25 : Pont Stoessel à Mulhouse

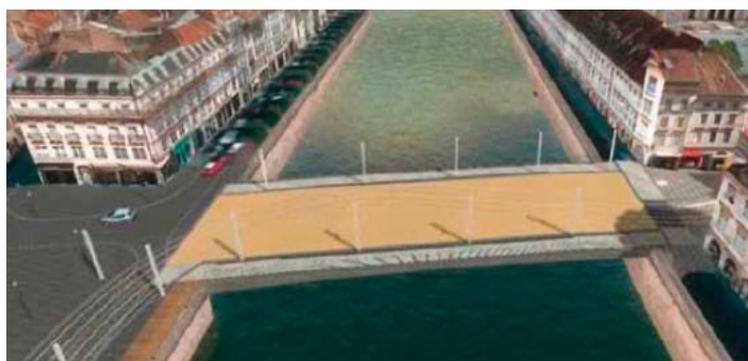
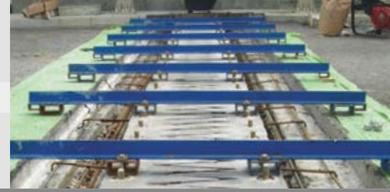


Figure 2-26 : Pont Battant à Besançon



Il existe également des infrastructures avec des chaussées dédiées (*non traitées dans ce guide*) où les circulations routière et ferrée se font sur des ouvrages d'art distincts (Fig. 2-27). Dans ce cas, l'ouvrage d'art ferroviaire sera géré de façon indépendante, avec les critères et les contraintes de son gestionnaire.



Figure 2-27 : Exemple d'ouvrages avec des chaussées dédiées

2.4.2 - Systèmes de pose des rails et appareils de dilatation

Pour le traitement des joints aux extrémités des ouvrages en chaussée mixte, il faut prendre en compte, outre les caractéristiques du tablier, la méthode de pose des rails et leurs dilatations, afin de pouvoir assurer une liberté de mouvement de l'ouvrage et limiter les efforts engendrés.

Les différentes méthodes de pose des rails employées pour les voies ferrées ainsi que les modalités de mise en œuvre des appareils de dilatation éventuels sont présentées en annexe 3.

2.4.3 - Joint pour les infrastructures avec chaussée mixte

Comme il a été vu au §2.4.1, il existe deux types de chaussées mixtes : celles qui accueillent sur un même ouvrage d'art des voiries séparées, routière et ferroviaire ; et celles pour lesquelles la voirie est en circulation alternée. Ces types d'aménagement de surface permettent principalement d'accueillir une plateforme tramway sur un ouvrage d'art routier.

La figure 2-28 présente deux exemples de détail de joint de chaussée au droit du rail.



Figure 2-28 : Détail du joint de chaussée au droit du rail



Dans cette configuration de chaussée mixte, la coordination entre les différents gestionnaires de la voirie est essentielle. Par exemple, pour des travaux d'entretien ou de maintenance sur un joint ou un relevé d'étanchéité, le gestionnaire concerné doit en informer l'autre gestionnaire. Des réunions sont à programmer afin de définir les interventions et leur phasage.

2.4.3.1 - Joint pour chaussée mixte avec voiries séparées

Habituellement, le principe de joints en voiries séparées est dissocié entre la plateforme tramway et la chaussée routière et leur géométrie dépend du niveau fini de la plateforme, du niveau des éventuels quais, du niveau des trottoirs et de celui de la chaussée.

Le principe de joints de dilatation pour plateforme, trottoirs et chaussée routière dépend de plusieurs critères :

- s'il s'agit d'un ouvrage d'art existant ou neuf ;
- si le joint de chaussée existant doit être réhabilité (ce qui est assez souvent le cas) ;
- du type de joint (particulièrement du soufflé) ;
- la différence altimétrique entre la chaussée routière et la plateforme, et les trottoirs.

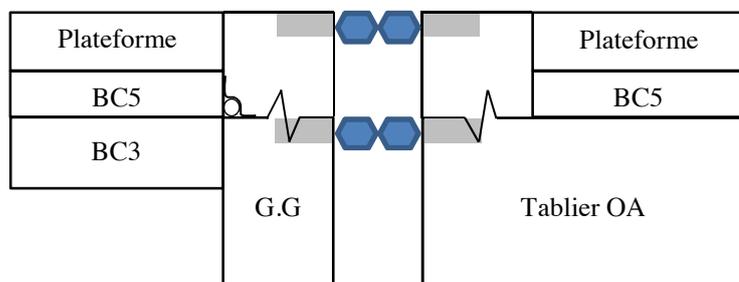
L'épaisseur de la plateforme est de 290 mm pour une pose classique et un rail normal (hauteur 150 mm), elle est de 180 mm pour un rail noyé. Dans le cas d'un rail bas (hauteur 80 mm), il convient de retrancher 70 mm à ces valeurs.

Selon les critères ci-dessus, quatre configurations différentes sont possibles : deux joints dissociés et superposés, deux joints dissociés et décalés longitudinalement, un seul joint au niveau de la chaussée, un seul joint au niveau de la plateforme.

Nota : Les abouts de plateforme doivent être ferrillés pour permettre l'ancrage du joint.

Joint dissociés et superposés

Dans le cas où il existe un joint de chaussée à l'about de l'OA et que celui-ci doit être conservé, voire réhabilité, une solution consiste à rajouter un joint de plateforme ; deux joints similaires sont ainsi superposés (cf. croquis ci-après). Les souffles sont identiques, seule la profondeur du solin change (Fig. 2-29).



G.G : Garde Grève

BC3 : Béton de ciment de catégorie 3

BC5 : Béton de ciment de catégorie 5

Catégories de béton selon la norme P98-170

Figure 2-29 : Joints de dilatation sur voiries séparées avec reprise de bétonnage (joint de chaussée et joint de plateforme)

Dans le cas où il n'est pas possible de réaliser des longrines d'ancrages du joint de plateforme, il faut traiter l'étanchéité de l'about du tablier. Une retombée d'étanchéité à base de résine doit être mise en œuvre verticalement au niveau du joint de chaussée pour étancher le vide (Fig. 2-30).

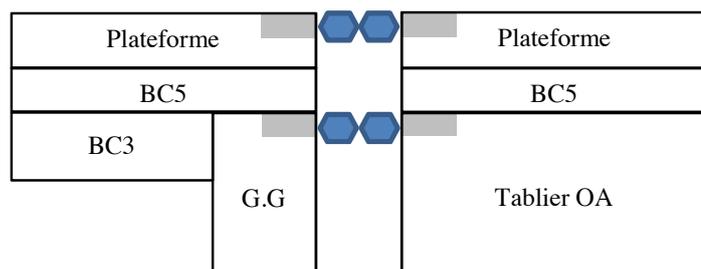
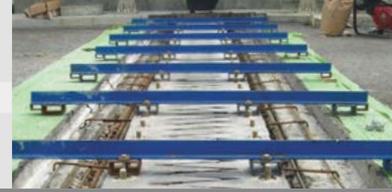


Figure 2-30 : Joints de dilatation sur voiries séparées (joint de chaussée et joint de plateforme)



Il faut aussi prévoir un joint d'étanchéité longitudinalement entre le rail et le joint de plateforme.



Figure 2-31 : Joint d'étanchéité entre le joint de plateforme et le rail

Joint dissociés et décalés

Dans le cas où il existe un joint de chaussée à l'about de l'ouvrage et que celui-ci doit être conservé, voire réhabilité, une solution consiste à rajouter un joint de plateforme ce qui fait deux joints similaires mais décalés (Fig. 2-32). Le joint d'ouvrage est recouvert par un complexe de glissement pour permettre à la couche de base en béton (BC5) de pouvoir suivre les déplacements du tablier.

Le joint de plateforme peut être constitué d'un joint à base de résine placé en tête, ou laissé ouvert avec un caillebotis pour éviter le comblement du vide (Fig. 2-32, 2-33 et 2-34) auquel cas un drain doit être mis en œuvre pour faciliter la récupération des eaux en fond de joint.

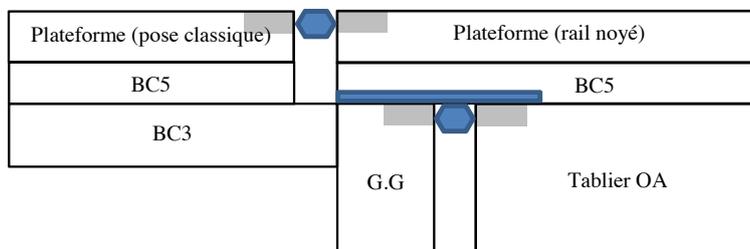


Figure 2-32 : Joints de dilatation sur voiries séparées (joint de chaussée et joint de plateforme décalés)



Figure 2-33 : Joints de dilatation sur voiries séparées (joint de plateforme avec caillebotis)



Figure 2-34 : Joint de dilatation décalé sur plateforme avec selles de fixation du rail



Joint au niveau de la chaussée

Dans le cas où il existe un joint de chaussée et que celui-ci doit être conservé, il est possible de ne pas mettre de joint entre les deux extrémités de plateforme, l'espace libre est sensiblement égal à la largeur du joint et des deux solins (Fig. 2-35), il doit rester inférieur à 60 cm.

Cette dernière configuration se retrouve en cas de pose de voie directe (§2.4.2), pour des portées plus grandes, avec des modèles de joints adaptés au souffle qui sont positionnés au niveau du tablier de pont, avec une interruption de la plateforme sans mise en œuvre de joint supérieur, cela facilite *a priori* l'entretien du joint d'ouvrage.

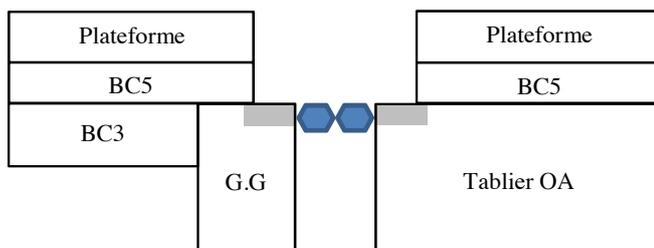


Figure 2-35 : Joint de dilatation sur voiries séparées (joint de chaussée sans joint de plateforme)

Joint au niveau de la plateforme

Dans le cas où la plateforme recouvre l'ensemble de la chaussée, il est possible de positionner un seul joint au niveau supérieur (Fig. 2-36). Le joint doit alors être équipé d'un dispositif de récupération des eaux.

Il faut aussi prévoir un joint d'étanchéité longitudinalement entre le rail et le joint de plateforme.

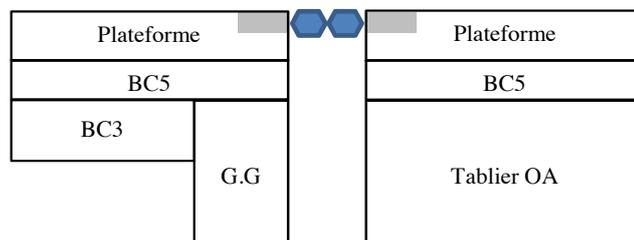


Figure 2-36 : Joint de dilatation sur voiries séparées (joint unique positionné en partie supérieure de plateforme)

2.4.3.2 - Joint pour chaussée mixte avec voirie partagée

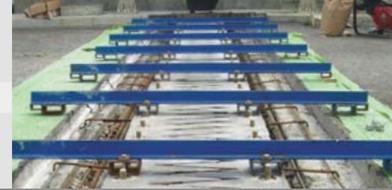
Dans le cas de voirie partagée, il est souhaitable de placer un seul joint de chaussée et de l'ancrer en partie supérieure de la plateforme tramway (Fig. 2-36). À noter que pour le joint de trottoir mis en œuvre sur la figure 2-37, il s'agit d'une tôle avec des trous oblongs pour permettre le passage des douilles de fixation. Le joint est posé en feuillure (Fig. 2-38 et 4-19). Il faut aussi prévoir un joint d'étanchéité longitudinalement entre le rail et le joint de plateforme.



Figure 2-37 : Joint de dilatation sur voirie partagée



Figure 2-38 : Pose du joint de dilatation



2.4.3.3 - Comparaison des différentes configurations

Le tableau 2-1 compare les différentes configurations de joints présentées au §2.4.3.1 en fonction de plusieurs critères.

Configuration de joints Critère examiné	Joints dissociés et superposés	Joints dissociés et décalés	Joint au niveau de la chaussée	Joint au niveau de la plateforme
Capacité de souffle	Limité en souffle	Limité en souffle (à lèvre ou à revêtement)	Bonne	Bonne
Mise en œuvre	Facile mais prévoir un relevé du joint de chaussée au niveau du raccordement avec la plateforme pour assurer l'étanchéité	Difficile	Facile	Facile
Etanchéité	Continuité du joint par relevé	Difficile Prévoir des drains et un traitement soigné de l'étanchéité	Facile Prévoir des drains	Facile
Evacuation des eaux	Recueil des eaux sous le joint bas	Recueil des eaux sous le joint bas	Recueil des eaux sous le joint	Recueil des eaux sous le joint
Entretien, maintenance	Difficile pour la partie sous-jacente au raccordement Nécessite de démonter le joint	Très difficile Nécessite de tout démolir	Facile Si ouverture suffisante	Facile

Tableau 2-1 : Avantages et inconvénients des différentes configurations de joints

2.5 - Traitement des autres éléments de l'ouvrage au droit du joint de chaussée

Les autres éléments concernés par les dilatations de l'ouvrage sont :

- les équipements de l'ouvrage (corniches, dispositifs de retenue, dispositifs anti-chutes et de protection, bordures, systèmes de récupération et d'évacuation des eaux, les écrans anti-bruit, etc.) (Fig. 2-39 et 2-40) ;
- les réseaux (Fig. 2-41).

Le principe à observer pour tout type d'élément implanté de part et d'autre du joint est d'autoriser la libre dilatation de l'ouvrage et de fait d'éviter tout blocage qui engendrerait d'une part la détérioration de cet élément et d'autre part une perturbation du bon fonctionnement de l'ouvrage. Ces éléments doivent être munis de leur propre dispositif de dilatation ou être interrompus au droit du joint (cf. guides relatifs à chacun des éléments mentionnés ci-avant [11], [12], [13] et [14]).



Figure 2-39 : Dispositif de dilatation d'une conduite d'évacuation



Figures 2-40 : Dispositif de dilatation d'écrans antibruit



Figure 2-41 : Dispositif de dilatation de réseaux

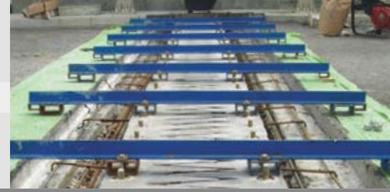
La mauvaise ou la non prise en compte de la dilatation entraîne la mauvaise tenue dans le temps de ces éléments et/ou de leur fixation à la structure. Elle peut engendrer alors un risque pour la sécurité des usagers (par exemple défaut de fixation d'un dispositif de retenue – Fig. 2-16), voire des riverains (détérioration d'un réseau d'eau potable, de gaz...). De mauvaises dispositions constructives peuvent avoir une incidence sur le comportement des joints de chaussée.

2.6 - Cas du joint longitudinal

2.6.1 - Généralités

Dans le cadre de travaux d'aménagement et d'amélioration de l'existant, il arrive fréquemment qu'une chaussée de route ou d'autoroute soit amenée à être élargie. Au droit des ouvrages, cet élargissement suppose, dans la plupart des cas, d'accoler une nouvelle structure à la structure existante. Les deux structures accolées pourraient être mécaniquement connectées mais elles sont généralement indépendantes pour les raisons suivantes :

- a) il peut s'agir d'un type de structure différent, par exemple de poutres béton armé accolées à un pont en maçonnerie, des poutres métalliques accolées à un pont à poutres de type VIPP ;



- b) même si le type d'ouvrage est identique, le comportement de la structure plus jeune sera différent de celui de l'ancienne du fait des effets différés, par exemple du retrait et du fluage ;
- c) en présence de tabliers indépendants, le comportement sous charge peut être différent : soit en raison de structures différentes (matériau, inertie, etc.), soit, et c'est le cas le plus fréquent, en raison d'un chargement différent des deux tabliers (élargissement supportant la voie lente par exemple).

Cette indépendance implique que la zone de contact entre l'ouvrage existant et l'élargissement soit équipée d'un joint de chaussée (Fig. 2-42).



Figure 2-42 : Cas d'un joint longitudinal à revêtement amélioré suite à l'élargissement d'un ouvrage autoroutier

2.6.2 - Caractéristiques attendues d'un joint longitudinal

Elles sont les mêmes que pour le joint de chaussée en about de tablier mais leur importance est différente :

- **Assurer la circulation des usagers en toute sécurité au raccordement entre les deux structures**
Dans le contexte d'un joint longitudinal, cette caractéristique est la plus importante car il faut prendre en considération les effets de rail longitudinal (en particulier pour la circulation des 2 roues), de glissance, etc.
- **Assurer le libre fonctionnement de la structure**
Le mouvement principal est un cisaillement vertical dû à l'effet des flèches différentielles (sous charge et sous effet du retrait fluage). Parfois, mais plus rarement, il est possible d'avoir un cisaillement longitudinal dont l'origine est une dilatation différentielle du fait du comportement mécanique différent des deux structures accolées.
- **Etre étanche**
Ceci est très important car la zone de contact entre les deux structures est souvent peu accessible car confinée et très sensible à la présence de l'eau. Le traitement de l'évacuation des eaux est quasi impossible. Il faut donc privilégier systématiquement des joints étanches par eux-mêmes.
- **Ne pas être une source de nuisance sonore**
Cette caractéristique est de moindre importance (franchissement moins systématique *a priori*) dans ce contexte et doit être considérée au cas par cas.

Avant de choisir la technique et le modèle de joint, il conviendra de définir très précisément les critères attendus ; pour cela **les valeurs de mouvements attendues seront précisées dans les trois directions de l'espace, sous les différents cas de charge des 2 ouvrages à l'ELS et à l'ELU** (voir chapitre 3 du présent guide).



2.6.3 - Position du joint dans le profil en travers

L'incidence de la position du joint dans le profil en travers est lourde de conséquences sur la tenue du joint et le coût à l'entretien. **Il est important de savoir que certaines positions sont techniquement impossibles à satisfaire du point de vue du confort, de la sécurité des usagers et de la durabilité des produits.**

Il existe, sommairement cinq emplacements d'un joint longitudinal dans un profil en travers, résumés sur la figure 2-43.

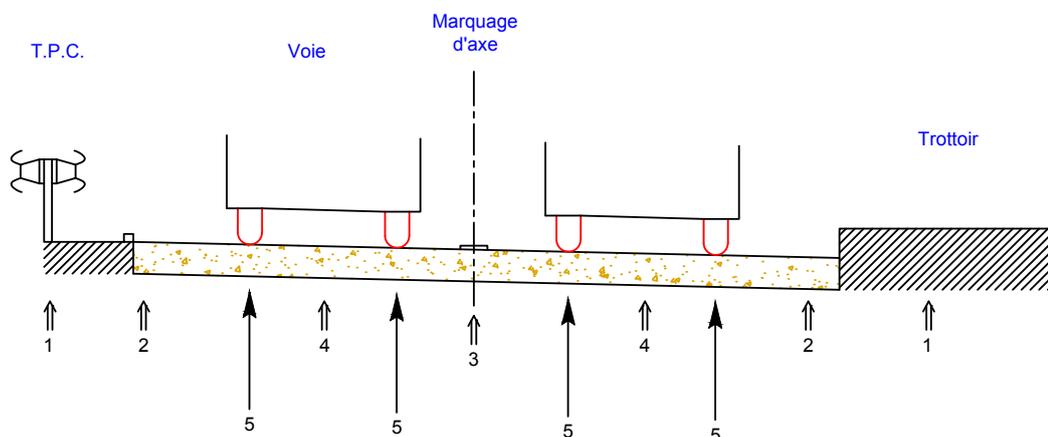


Figure 2-43 : Positions des différents emplacements possibles d'un joint longitudinal

L'emplacement n° 1 (doublement de l'ouvrage ou ajout de trottoir) est la meilleure solution.

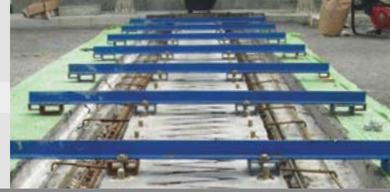
L'emplacement n° 2 est envisageable mais conduit à des choix techniques qu'il faut bien appréhender.

Les emplacements n° 3 et 4 étant au droit de la circulation, des dispositions vis-à-vis de la sécurité des véhicules (2 roues en particulier) doivent être mises en œuvre (Fig. 2-44).

L'emplacement n° 5 est formellement déconseillé car il n'existe pas de solutions techniques satisfaisantes en matière de sécurité et de durabilité. En effet, les produits mis en œuvre dans un tel contexte peuvent poser des problèmes de sécurité de l'utilisateur par effet de rail (pour les joints à hiatus) et de glissance (pour les joints à revêtement amélioré et à pont en bande) notamment par temps de pluie et dans les zones d'accélération ou de freinage (proximité de feux tricolores, de ronds-points, de stop, etc.).



Figure 2-44 : Illustration d'une position n° 4 - Joint à revêtement amélioré longitudinal situé en dehors des bandes de roulement



2.6.4 - Les solutions techniques envisageables

2.6.4.1 - Avant-propos

Les adaptations ou les innovations dans ce domaine doivent être faites avec beaucoup de prudence et après s'être entouré d'avis de spécialistes du réseau technique. Les solutions décrites ci-après sont le fruit de notre expérience, des remontées d'informations émanant des maîtres d'œuvre ou recueillies lors des visites de sites dans le cadre de la procédure d'avis technique.

2.6.4.2 - Avantages et inconvénients des solutions possibles

Le tableau 2-2 résume les principaux critères en fonction de chaque famille de joint.

Famille de joint*	Mouvements verticaux admissibles	Epaisseur du revêtement	Cisaillement longitudinal admissible	Observations
sous revêtement type semi-lourd III ou similaire	Faibles : ± 2 mm	Elle doit être > 12 cm	Minime	
à revêtement amélioré	Limités : $\pm 5/8$ mm	Normale	Faible : ± 2 mm	Risque de glissance Risque d'orniérage Envisageable aux emplacements 3 et 4 selon les conditions d'exploitation Formellement déconseillé à l'emplacement 5
à lèvres	Sans problème	Sans problème	Limité : ± 10 mm	Attention à l'effet rail aux emplacements 3, 4 et 5 Bien adapté à l'emplacement 1, avec des modèles de joint de trottoir
à bande	Dépend des produits et du modèle**	Sans problème	Dépend des produits et du modèle**	Fort risque de glissance

* Les autres types (cantilever, à pont appuyé, etc.) ne sont pas adaptés à un emploi dans un contexte de joint longitudinal.

** Selon l'importance de ces mouvements, il sera privilégié la mise en œuvre de joints surdimensionnés tout en gardant à l'esprit qu'une augmentation de la largeur du joint accroît le risque de glissance.

Tableau 2-2 : Comparaison des différentes familles de joints sur les principaux critères des joints longitudinaux

Nota : Dans le cas de forts déplacements différentiels verticaux, et s'il n'y a pas de circulation au droit de la discontinuité (emplacements 1 ou 2), une solution consiste à ne pas traiter la discontinuité entre les tabliers par la pose d'un joint ; ce qui permet de régler le problème de recueil des eaux entre les tabliers par la pose d'une bavette ou gouttière (voir principes du recueil des eaux sous joints non étanches) et de traiter l'arête du bord de tablier ou de la couche de roulement pour la protéger des infiltrations.



2.6.4.3 - Disposition particulière aux joints à revêtement amélioré

Comme indiqué au §2.6.1, le mouvement principal que doit subir le joint est un cisaillement vertical dû à l'effet des flèches différentielles et/ou un cisaillement longitudinal dû à l'effet de la dilatation différentielle des deux structures accolées. Aussi, dans le cas du choix d'un joint à revêtement amélioré, il est conseillé, pour diminuer les risques de fluage, d'orniérage ou de glissance, d'adopter les dispositions suivantes :

- diminuer les largeurs du joint (L) et de la plaque de pontage (l) par rapport à celles requises pour une mise en œuvre classique (cf. avis techniques) ;

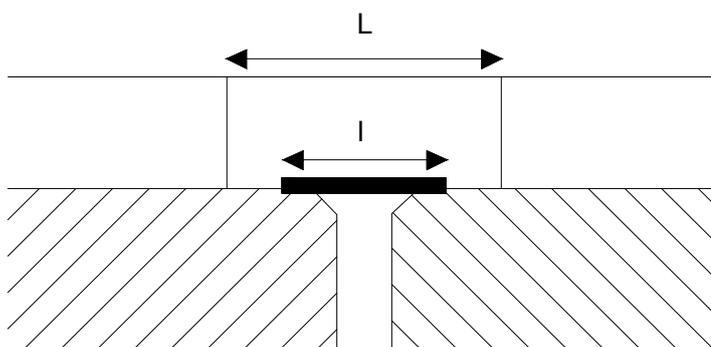


Figure 2-45 : Illustration des chanfreins des arêtes des lèvres des « maçonneries » sous la plaque de pontage

- chanfreiner (20x20 mm) les angles des arêtes des lèvres des « maçonneries » pour éviter, lors des mouvements verticaux différentiels un cisaillement de la tôle de pontage (Fig. 2-45).

2.6.4.4 - Traitement de la jonction joint longitudinal/joint transversal

Le raccordement du joint longitudinal avec le joint transversal (en about de tablier) ne se traite pas par une simple juxtaposition pour régler tous les problèmes de mouvements, d'étanchéité, de fixation, de supports de trafic, etc. Ce point mérite une attention particulière et doit donc faire l'objet d'une étude spécifique au cas par cas. Ainsi, il pourra être évité une situation comme celle de la figure 2-46, alors qu'une légère adaptation de la structure aurait permis de « tirer » le joint sur la partie élargie en continuité de la partie existante et, peut-être, de ne pas avoir de discontinuité entre les deux joints transversaux.



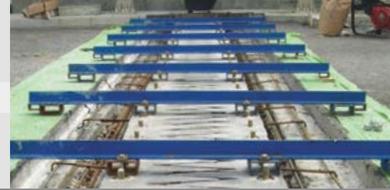
Figure 2-46 : Discontinuité déconseillée entre les joints transversaux

2.6.5 - Conclusion

L'équipement d'un ouvrage par un joint longitudinal mérite une réflexion très en amont du projet. L'incidence de la position est lourde de conséquences pour ce qui est de la durabilité et de la sécurité des usagers.

Signalons qu'il existe quelques dispositions spécifiques à chaque type de joint qui doivent permettre leur adaptation à ce contexte de fonctionnement très particulier.





Les critères de choix

3.1 - Introduction

Le choix d'un joint de chaussée adapté à un ouvrage donné et à son environnement dépend de nombreux paramètres. Il convient de les prendre en compte pour garantir un fonctionnement adéquat du joint, une durabilité optimale et son adéquation avec les besoins spécifiques de l'ouvrage. Pour ce faire, on s'appuiera sur les critères de choix décrits ci-après et les informations contenues dans les avis techniques du Cerema/DTecITM.

Le paramètre le plus déterminant est le déplacement du tablier : le joint doit pouvoir reprendre le souffle, tant en déplacement longitudinal qu'en mouvements transversal et vertical. Le choix va se porter sur différentes familles de joints de chaussée en fonction de la valeur du souffle.

D'autres paramètres influencent en deuxième lieu le choix du joint tels la sécurité des usagers, la géométrie du tracé routier, la robustesse, la tenue sous trafic (type et densité de circulation), les conditions de réalisation et d'entretien (qui peuvent avoir un impact sur l'exploitation), la possibilité de rehausse en cas de rechargement de chaussée, le coût...

3.2 - Le souffle

3.2.1 - Définition

Le souffle d'un joint est le déplacement relatif maximal prévisible des deux éléments en regard, mesuré entre leurs deux positions extrêmes (Fig. 3-1).

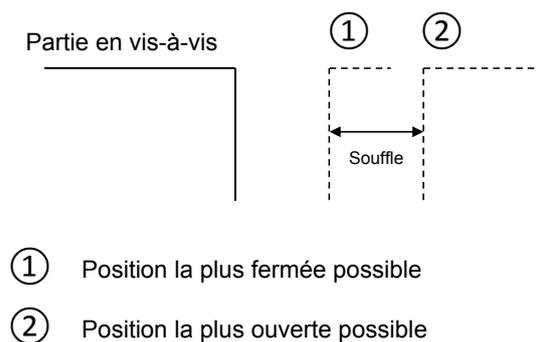
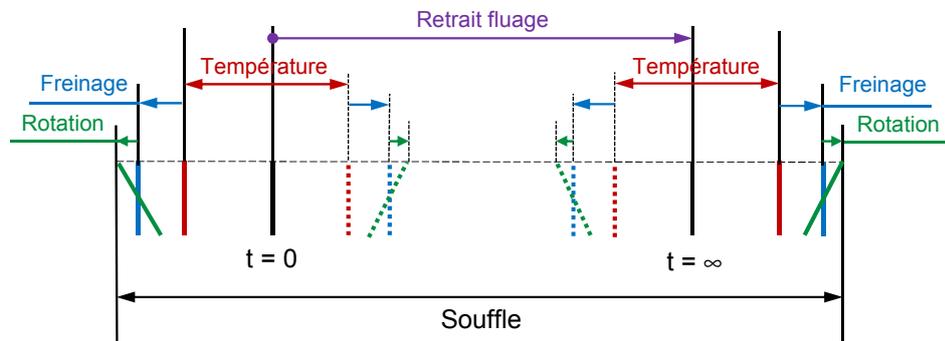


Figure 3-1 : Définition du souffle



3.2.2 - Les composantes du souffle

Les principaux éléments entrant dans les composantes du souffle sont représentés sur la figure 3-2.



- Température : la température indiquée représente la dilatation thermique pure (sans gradient thermique) ;
- Freinage : sous charges ;
- Rotation : charges, fluage, gradient thermique...

Figure 3-2 : Décomposition du souffle

Le joint doit satisfaire aux trois degrés de liberté correspondant aux trois directions du déplacement relatif des deux éléments par rapport à l'axe de la voie (Fig. 3-3).

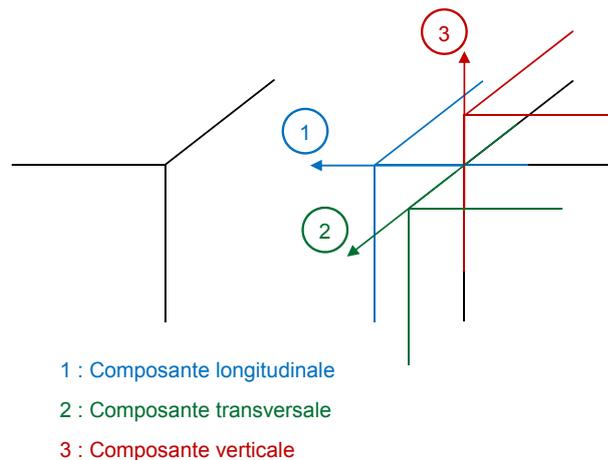


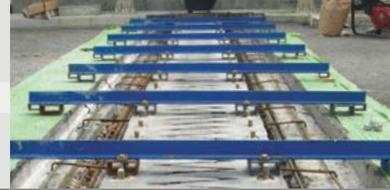
Figure 3-3 : Composantes du souffle

La composante longitudinale est en général prépondérante. Elle représente les mouvements de contraction et d'extension, réversibles ou non, de la structure (température, retrait, fluage, freinage) ainsi que la déformation longitudinale liée à la rotation sous charge.

La composante transversale apparaît principalement dans le cas d'ouvrages courbes ou biais (mais également pour les ouvrages droits et larges) : elle est la conséquence d'une déformation particulière du tablier (essentiellement sous l'action de la dilatation thermique) et de l'effet du trafic (force centrifuge et freinage).

La composante verticale, bien que de faible valeur, n'est pas négligeable. Elle résulte de mouvements de rotation d'about du tablier et éventuellement de tassements (ou déformations) d'appuis et de déplacements/tassements des appareils d'appui (tassement élastique des appareils d'appui en élastomère, déplacement des appareils d'appui à balancier, par exemple).

Nota : Lorsqu'aucune des deux parties en vis-à-vis n'est fixe, les déplacements de chaque partie s'ajoutent : c'est le cas par exemple des joints entre deux ouvrages successifs au droit de piles-culées, ou des joints intermédiaires sur un ouvrage.



3.2.3 - Détermination du souffle

3.2.3.1 - Les textes de référence

Les textes de référence pour la détermination du souffle d'un joint de chaussée sont les normes Eurocodes (et leurs annexes nationales) et autres normes listées dans le tableau 3-1.

Pour chaque texte de référence, les paragraphes particuliers intéressant le calcul du souffle d'un joint de chaussée sont précisés.

Référence de la norme	Titre de la norme	Paragraphes importants pour la détermination du souffle
NF EN 1990 [15]	Eurocode 0 : Bases de calcul des structures	
NF EN 1990/A1 (annexe A2 de la norme NF EN 1990) et son annexe nationale NF EN 1990/A1/NA [16]	Eurocode 0 : Bases de calcul des structures Annexe A2 : application aux ponts	
NF EN 1991-1-5 et son annexe nationale NF EN 1991-1-5/NA [17]	Eurocode 1 : Actions sur les structures Partie 1-5 : Actions générales – Actions thermiques	Section 6 : Variations de température dans les ponts Annexe C : coefficient de dilatation thermique Section 6 de l'annexe nationale : variations de température dans les ponts, en particulier la clause 6.1.3.2(1) définissant les températures de l'air sous abri dans les départements métropolitains
NF EN 1991-2 et son annexe nationale NF EN 1991-2/NA [18]	Eurocode 1 : Actions sur les structures Partie 2 : Actions sur les ponts, dues au trafic	
NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale NF EN 1992-1-1/NA [5]	Eurocode 2 : Calcul des structures en béton Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments	Clause 3.1.4 et annexe B : retrait et fluage
NF EN 1992-2 et son annexe nationale NF EN 1992-2/NA [19]	Eurocode 2 : Calcul des structures en béton Partie 2 : Ponts en béton – Calcul et dispositions constructives	Annexe B : retrait et fluage
NF EN 1994-2 [20]	Eurocode 4 : Calcul des structures mixtes acier-béton Partie 2 : Règles générales et règles pour les ponts	Clause 5.4.2.5 (3) pour le coefficient de dilatation thermique des structures mixtes.
NF EN 1998-2 [21]	Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes Partie 2 : ponts	Clause 2.3.6.3(5) : dispositions constructives des éléments structuraux non critiques tels que les joints de dilatation du tablier
NF EN 1337-10 [22]	Appareils d'appui structuraux Partie 10 : Surveillance et entretien	Annexe B (B.2) : détermination de la température de la structure

Tableau 3-1 : Normes impactant la détermination du souffle d'un joint de chaussée

Nota : Conformément à l'annexe nationale NF EN 1993-2/NA [4], l'annexe B de la norme NF EN 1993-2 « Spécifications techniques pour les joints de dilatation de ponts routiers » n'est pas applicable. Ce guide donne donc les prescriptions utiles en la matière.

3.2.3.2 - Les actions à prendre en compte

Conformément aux Eurocodes, les actions à prendre en compte sont :

- la température ;
- les effets de la structure porteuse : déformations différées du béton (retrait, fluage) ;



- les charges d'exploitation :
 - efforts horizontaux : freinage, vent ;
 - mouvements verticaux/horizontaux (rotations d'about) ;
- les autres actions liées à la géométrie de l'ouvrage (courbure, biais, pente) ;
- les actions accidentelles (chocs...) ;
- le séisme.

La température

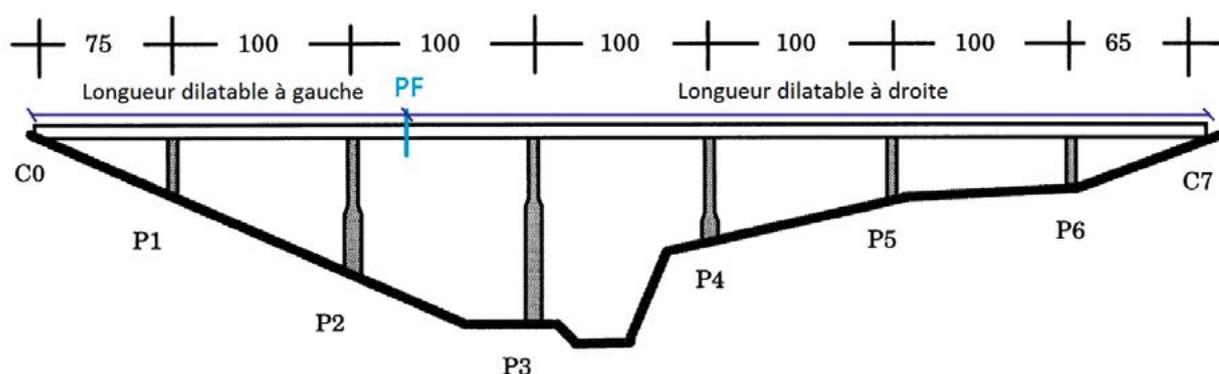
Cet effet constitue une part importante du soufflé.

La variation de longueur d'une structure librement dilatable, en fonction de la température est donnée par :

$$\Delta L = L \cdot \alpha_T \cdot \Delta T$$

- ΔL : variation de la longueur
- L : longueur dilatable
- α_T : coefficient de dilatation
- ΔT : différence de température

La longueur dilatable d'un ouvrage peut être déterminée par la méthode du point fixe (cf. guide Sétra « Appareils d'appui à pot (Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires) » [23]), qui permet d'identifier les positions extrêmes du point de déplacement nul. La position de ce point de déplacement nul de l'ouvrage varie en fonction de la répartition des appareils d'appui et de la souplesse des appuis.



PF : position du point fixe

Longueur dilatable à gauche : utilisée pour déterminer le soufflé du joint de chaussée au niveau de la culée C0

Longueur dilatable à droite : utilisée pour déterminer le soufflé du joint de chaussée au niveau de la culée C7

Figure 3-4 : Définition de la longueur dilatable pour le calcul du soufflé d'un joint de chaussée

Pour un ouvrage totalement symétrique (symétrie des fondations, des appuis, des conditions d'appui et du tablier), le point de déplacement nul peut être considéré au centre de l'ouvrage et la longueur dilatable est alors la demi-longueur du tablier.

Le coefficient de dilatation pris pour le calcul du soufflé est $10 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ pour le béton et $12 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ pour une structure métallique (NF EN 1991-1-5, annexe C [17]).

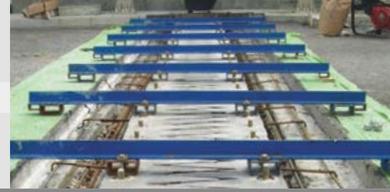
Pour des structures mixtes, ce coefficient doit être pris égal à $12 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. (NF EN 1994-2, 5.4.2.5(3) [20]).

Ces valeurs du coefficient de dilatation utilisables pour le dimensionnement du soufflé des joints de chaussée peuvent être modifiées par d'autres valeurs validées par des essais ou des études détaillées.

L'amplitude de variation de température est la variable principale pour la détermination de la variation de longueur de l'ouvrage. Cette étendue dépend principalement de la zone géographique et de l'environnement dans lequel se situe l'ouvrage.

Elle peut être déterminée de deux façons :

- suivant la réglementation ;
- à partir des relevés météo du site concerné, lorsque les conditions climatiques locales spécifiques le justifient.



Détermination à partir des textes réglementaires

L'étendue de température utilisée pour la détermination du souffle des joints de chaussée va dépendre du niveau de connaissance de la température de pose du joint.

Une première étape consiste à déterminer les étendues des variations positives et négatives de la composante de température uniforme d'un pont, données dans la clause 6.1.3.3 de l'Eurocode 1, partie 1-5 (Tableau 3-2) [17] :

$$\Delta T_{N,exp} = (T_{e,max} - T_0) \quad (\text{variations positives - expansion})$$

$$\Delta T_{N,con} = (T_0 - T_{e,min}) \quad (\text{variations négatives - contraction})$$

- T_0 est la température d'origine du pont (pour la détermination du souffle du joint de chaussée, T_0 est la température du pont à la date de pose du joint de chaussée),
- la composante de température uniforme ΔT_N est associée à une période de retour de 50 ans,
- les valeurs des composantes de température uniforme minimale et maximale $T_{e,min}$ et $T_{e,max}$ du pont se déduisent des valeurs minimales et maximales T_{min} et T_{max} de température de l'air sous abri :

$$- T_{e,min} = T_{min} + \Delta T_{e,min}$$

$$- T_{e,max} = T_{max} + \Delta T_{e,max}$$

La corrélation avec les températures de l'air sous abri dépend du type d'ouvrage (NF EN 1991-1-5/NA, clause 6.1.3.1 (4)) :

Type 1 : Tablier métallique

Type 2 : Tablier mixte

Type 3 : Tablier en béton

Type de tablier	France Métropolitaine		Départements et Régions d'Outre-Mer	
	$\Delta T_{e,mi}$ [°C]	$\Delta T_{e,max}$ [°C]	$\Delta T_{e,mi}$ [°C]	$\Delta T_{e,max}$ [°C]
Type 1	-3,0	+16,0	0	+16,0
Type 2	+5,0	+4,0	0	+4,0
Type 3	+8,0	+2,0	0	+2,0

Tableau 3-2 : Valeurs de $\Delta T_{e,min}$ et $\Delta T_{e,max}$ pour le calcul de la composante de température uniforme

Une partie de l'amplitude de variation de température correspond à des variations rapides, l'autre partie à des variations très lentes de la température de l'air au cours des saisons.

Les valeurs données dans le tableau 3-2 tiennent compte de ces deux types de variation et sont fondées sur des étendues quotidiennes de température (variations rapides) de 10 °C.

Les températures de l'air sous abri (T_{min} et T_{max}) à utiliser en France métropolitaine et en DOM/TOM sont données dans le tableau de l'Annexe Nationale de l'Eurocode 1, partie 1-5 (cf. annexe 4).

Ces valeurs représentent les températures au niveau moyen de la mer et en rase campagne ; elles sont ajustées en fonction de l'altitude au-dessus du niveau de la mer de la façon suivante :

- en retranchant 0,5 °C par 100 m d'altitude pour les températures minimales de l'air sous abri ;
- en retranchant 1,0 °C par 100 m d'altitude pour les températures maximales de l'air sous abri ;
- aucune correction n'est appliquée pour des altitudes inférieures à 1 000 m.

Pour les joints de chaussée, les allongements extrêmes du tablier (Fig. 3-5) doivent être calculés avec la composante uniforme de température associée à une probabilité annuelle de dépassement de 0,002. Ceci est équivalent en France au remplacement de $\Delta T_{N,exp}$ par $(\Delta T_{N,exp} + 5^\circ\text{C})$ et de $\Delta T_{N,con}$ par $(\Delta T_{N,con} + 5^\circ\text{C})$, compte tenu des températures extrêmes observées. Enfin, ces plages de variation sont majorées de 10 °C lorsque le joint n'est pas réglable à la pose ou que la température de pose du joint de chaussée n'est pas spécifiée (cf. EC1-1-5/NA, clause 6.1.3.3(3) note 2).



Cela revient pour la détermination du souffle des joints de chaussée à ajouter une incertitude S sur les variations positives et négatives de température uniforme d'un pont :

$$\Delta T_{N,exp} + S \text{ et } \Delta T_{N,con} + S$$

Lorsque la température de pose du joint de chaussée est spécifiée ou lorsque l'ouverture du joint est réglable à la pose, l'incertitude sur la plage de variation de température S est prise égale à $+5\text{ °C}$. Dans le cas contraire, sa valeur est $S = +15\text{ °C}$ (la température du pont T_0 (cf. EC1-1-5/NA, clause A.1 (3)) au moment de la pose peut être considérée égale à 10 °C pour une température extérieure comprise entre 0 et 20 °C (cf. Guide Eurocodes 0 et 1 du Sétra, chapitre 4 §2.2.4 [24])).

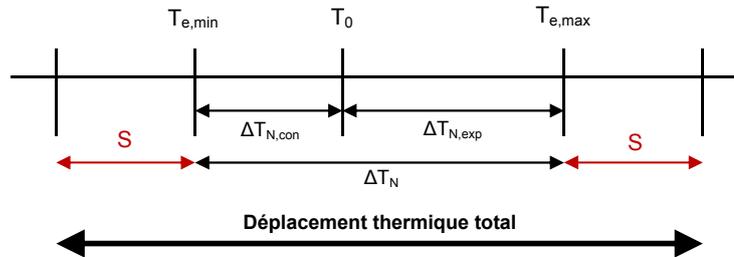


Figure 3-5 : Etendue de température pour le calcul du souffle

Exemple d'application numérique pour le calcul du déplacement thermique total

Hypothèses servant à tous les exemples numériques traités dans ce chapitre (pont dalle en béton précontraint à deux voies de circulation, à une travée) :

- longueur de la travée : 30 m ;
- largeur du tablier : 11,0 m ;
- épaisseur du tablier : 1,0 m ;
- classe de trafic : 2 ;
- classe du béton : C40/5 ;
- classe du ciment : N ;
- compression moyenne dans le béton : 10 MPa ;
- environnement extérieur : RH = 80 % ;
- département administratif l'ouvrage : Val de Marne ;
- température de pose du joint de chaussée supposée à $T_0 = 10\text{ °C}$ (non spécifiée et joint pas forcément réglable à la pose).

Département du Val de Marne (EC 1-1-5/NA) :

$$T_{\max} = 40\text{ °C} \text{ et } T_{\min} = -20\text{ °C}$$

Tablier en béton précontraint → tablier de type 3 :

$$\Delta T_{e,\min} = +8\text{ °C} \text{ et } \Delta T_{e,\max} = +2\text{ °C}$$

$$T_{e,\min} = T_{\min} + \Delta T_{e,\min} = -20 + 8 = -12\text{ °C}$$

$$\text{et } T_{e,\max} = T_{\max} + \Delta T_{e,\max} = 40 + 2 = 42\text{ °C}$$

$$T_0 = 10\text{ °C} \text{ (EC 1-1-5/NA, clause A.1 (3)) :}$$

$$\Delta T_{N,exp} = (T_{e,\max} - T_0) = 42 - 10 = 32\text{ °C}$$

$$\text{et } \Delta T_{N,con} = (T_0 - T_{e,\min}) = 10 - (-12) = 22\text{ °C}$$

Température de pose du joint non connue et joint pas forcément réglable : $S = 15\text{ °C}$

$$\Delta T_{N,exp} + S = 32 + 15 = 47\text{ °C}$$

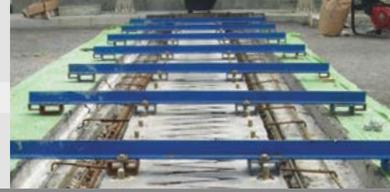
$$\text{et } \Delta T_{N,con} + S = 22 + 15 = 37\text{ °C}$$

Variations de longueur relatives correspondantes :

$$\varepsilon_{T,exp} = \alpha_T \cdot \Delta T_{N,exp} = 4,7 \cdot 10^{-4} \text{ et } \varepsilon_{T,con} = \alpha_T \cdot \Delta T_{N,con} = 3,7 \cdot 10^{-4}$$

D'où les variations de longueur suivantes ($\Delta L = L \cdot \varepsilon = 30/2 \varepsilon$) :

$$\Delta L_{T,exp} = 7,1 \text{ mm} \text{ et } \Delta L_{T,con} = 5,6 \text{ mm}$$



Les déformations différées du béton

Le retrait et le fluage du béton dépendent des dimensions de la pièce, du pourcentage d'humidité relative et de la composition du béton. Le fluage dépend également de la maturité du béton lors du premier chargement ainsi que de l'intensité et la durée des chargements.

Dans le cas d'une structure mixte à dalle participante, ces déformations sont bridées et ne sont pas à considérer pour le calcul du souffle du joint de chaussée.

Le calcul de ces déformations se fait selon la clause 3.1.4 de la norme NF EN 1992-1-1 [5] complétée par son annexe B et l'annexe nationale correspondante. Pour les bétons à haute performance ($f_{ck} > 50$ MPa), la norme NF EN 1992-2 [19] donne une méthode alternative pour l'évaluation du fluage et du retrait, dans la clause B.103.

Exemple d'application numérique pour le calcul du retrait et du fluage

$$E_{cm} = 35 \text{ GPa}, E_c = 1,05 E_{cm}$$

Rayon moyen : $h_0 = 2A_c / u$, avec A_c aire de la section transversale du béton = $11 \times 1 = 11 \text{ m}^2$

u = périmètre exposé à la dessiccation (= sous-face + parties latérales) = $11 + 2 \times 1 = 13 \text{ m}$

$$\text{donc } h_0 = 2 \times 11 / 13 = 1,7 \text{ m}$$

Déformation de fluage du béton à l'instant $t = \infty$, pour une contrainte de compression constante σ_c appliquée à t_0 :

$$\varepsilon_{cc}(\infty, t_0) = \varphi(\infty, t_0) \cdot \left(\frac{\sigma_c}{E_c} \right), \text{ où } \varphi(\infty, t_0) = 2,4 \text{ (} t_0 = 1 \text{ (hypothèse sécuritaire), C40/50, } h_0 = 1,7 \text{)} ;$$

$$\varepsilon_{cc}(\infty, t_0) = 6,2 \cdot 10^{-4}$$

Les parts du fluage effectuées à différentes périodes sont de 45 % à 90 jours, 65 % à un an, 90 % à 10 ans et 95 % à 20 ans.

$$\text{Retrait : } \varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$

$$\text{Retrait de dessiccation : } \varepsilon_{cd,\infty} = k_h \cdot \varepsilon_{cd,0}, \text{ avec } \varepsilon_{cd,0} = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ et } k_h = 0,7 : \varepsilon_{cd,\infty} = 1,68 \cdot 10^{-4}$$

Les parts du retrait de dessiccation effectuées à différentes périodes sont de 2 % à 90 jours, 10 % à un an, 60 % à 10 ans et 70 % à 20 ans.

$$\text{Retrait endogène : } \varepsilon_{ca,\infty} = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} : \varepsilon_{ca}(\infty) = 0,75 \cdot 10^{-4}$$

Les parts du retrait endogène effectuées à différentes périodes sont de 85 % à 90 jours et 100 % dès un an.

$$\text{Retrait total : } \varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} = 2,4 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Déformation totale fluage + retrait : } \varepsilon_c = 8,6 \cdot 10^{-4} \text{ (soit une variation de longueur de 12,9 mm)}$$

Pour une pose du joint à 20 ans (remplacement du joint de chaussée), la part restante à prendre en compte est de 5 % pour le fluage et 30 % pour le retrait de dessiccation (et 0 % pour le retrait endogène), soit une déformation totale de $0,8 \cdot 10^{-4}$.

Les actions des charges d'exploitation

Les charges d'exploitation peuvent entraîner au niveau du joint :

- des mouvements horizontaux, sous l'effet des efforts horizontaux de freinage et de force centrifuge ;
- éventuellement des mouvements verticaux sous l'effet des rotations d'about.

Les déplacements du tablier dus aux efforts de déplacements horizontaux longitudinaux et transversaux vont dépendre de la répartition des appareils d'appui, de leur nature, de la souplesse des piles, etc. (cf. guide Appareils d'appui en élastomère fretté du Sétra [25]).



Le freinage

L'effort à prendre en compte pour le freinage ou l'accélération est donné à l'article 4.4.1 de la norme NF EN 1991-2 par :

$$Q_{lk} = 0,6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,10 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L$$

- où L est la longueur du tablier ou la partie considérée de celui-ci,
- avec $180 \alpha_{Q1} \leq Q_{1k} \leq 500 \text{ kN}$

La limite supérieure peut être augmentée jusqu'à 900 kN si l'ouvrage est soumis à la circulation des véhicules militaires conformément aux accords de normalisation STANAG (Military STANdardization AGREements).

Exemple d'application numérique pour le calcul du freinage

$$Q_{lk} = 0,6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,10 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L$$

$$\alpha_{Q1} = 0,9 ; Q_{1k} = 300 \text{ kN} ; \alpha_{q1} = 0,7 ; q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2 ; w_1 = 3,0 \text{ m} ; L = 30 \text{ m}$$

$$Q_{lk} = 0,6 \times 0,9 \cdot (2 \times 300) + 0,10 \times 0,7 \times 9 \times 3 \times 30$$

$$Q_{lk} = 381 \text{ kN}$$

L'ouvrage repose sur 8 appareils d'appui en élastomère fretté 300x400x5(12+4). Le déplacement longitudinal dû à l'effort de freinage est de $v_x = F_x \cdot T_q / (G \cdot a \cdot b)$ (cf. guide « Appareils d'appui en élastomère fretté (Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires) » de juillet 2007 du Sétra [25]), soit :

$$\frac{0,381 / 8 \times 5 \times 12}{1,8 \times 0,3 \times 0,4} = 13,2 \text{ mm}$$

Il est à noter que ce paramètre peut être significatif pour des ouvrages de faible portée (valeur 2 fois supérieure à l'effet de la température dans le cas présent).

La force centrifuge

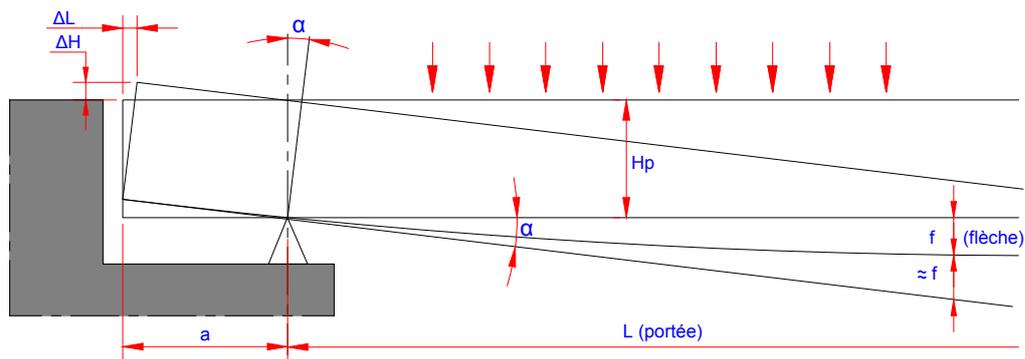
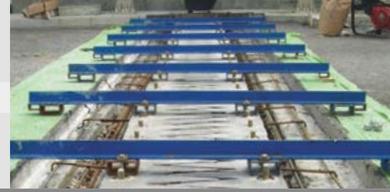
La force centrifuge à prendre en compte est donnée à l'article 4.4.2 de la norme NF EN 1991-2 par :

- $Q_{lk} = 0,2 \cdot Q_v$ si $r \leq 200 \text{ m}$
 - où r est le rayon de courbure en plan de l'axe de la chaussée
 - où $Q_v = \sum_i \alpha_{Q_i} (2Q_{ik}) = 1200 \text{ kN}$
- $Q_{lk} = 40 \cdot \frac{Q_v}{r}$ si $200 < r < 1500 \text{ m}$
- $Q_{lk} = 0$ si $r \geq 1500 \text{ m}$

Le déplacement transversal se calcule à partir de la rigidité transversale des appuis et appareils d'appui. La méthode de calcul est similaire à celle utilisée pour le calcul du déplacement longitudinal dans le cas d'une force de freinage.

Les rotations d'about

Les rotations d'about d'un ouvrage peuvent engendrer des mouvements verticaux et horizontaux, en particulier lorsque la distance entre l'about du tablier et la ligne d'appui est importante. Les mouvements engendrés sont évalués à partir du porte-à-faux, de la longueur de la travée, de la hauteur de la section du tablier et de la flèche sous le cas de charge prépondérant pour la rotation (Fig. 3-6).



$$\Delta H = \alpha \cdot a = (4 \cdot f / L) \cdot a \quad \Delta L \approx (4 \cdot f / L) \cdot H_p$$

Figure 3-6 : Rotations d'about d'un ouvrage

Ces valeurs restent cependant généralement faibles, sauf si la hauteur de poutre, la souplesse du tablier ou la distance de l'about à l'appareil d'appui sont importantes.

Exemple d'application numérique pour le calcul de la rotation d'about

La distance de l'about à l'appareil d'appui est de 50 cm. La flèche sous charges de trafic caractéristiques est de 28 mm, d'où :

- $\Delta l = 4 \times 28 / 30 \times 1,0 = 3,7 \text{ mm}$
- $\Delta H = 4 \times 28 / 30 \times 0,50 = 1,9 \text{ mm}$

Les autres actions liées à la géométrie de l'ouvrage

Ces autres actions ou configurations correspondent à des cas particuliers qu'il convient de ne pas omettre afin de choisir le modèle de joint adapté à la situation.

Dans le cas d'ouvrages courbes, biais ou très larges, la composante transversale du souffle du joint peut ne pas être négligeable.

Influence de la courbure

Si l'ouvrage est courbe⁽⁸⁾, la valeur de ΔL est fonction du rayon de courbure et la direction du déplacement n'est pas obligatoirement suivant une tangente à la courbe de l'ouvrage : le mouvement va être différent suivant le type d'appareil d'appui et l'éventuelle présence de dispositif de guidage (Fig. 3-7).

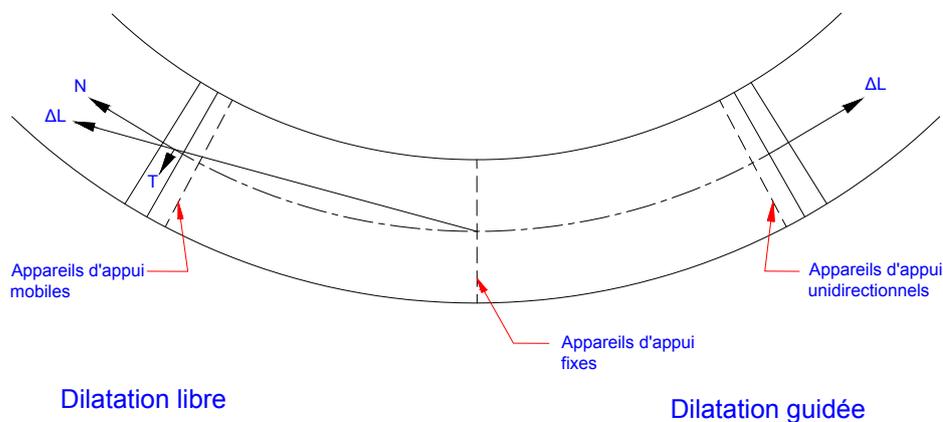


Figure 3-7 : Cas d'un ouvrage courbe

(8) Cette courbure peut être issue de la conception ou provoquée en service par un gradient thermique transversal sur un ouvrage de grande largeur.



Influence du biais

Dans le cas d'un ouvrage biais, la valeur de ΔL est la résultante de deux composantes du mouvement : suivant la perpendiculaire à l'axe du joint (N) et suivant la parallèle au joint (T) (Fig. 3-8).

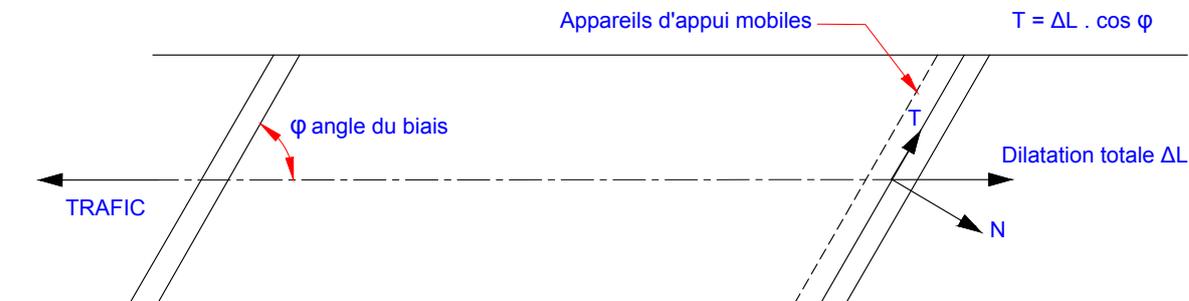


Figure 3-8 : Cas d'un ouvrage biais

Influence de la largeur

Pour les ouvrages très larges, un écart de température entraîne un mouvement transversal relatif des parties en vis-à-vis (Fig. 3-9).

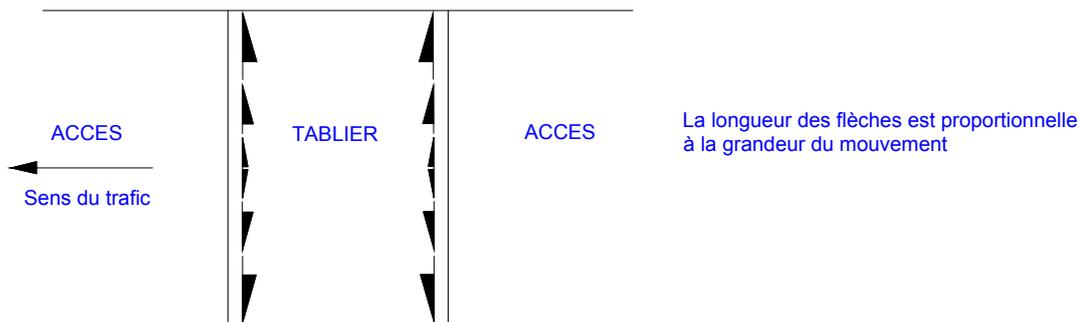


Figure 3-9 : Dilatation d'un ouvrage large

Influence de la pente de l'ouvrage

Dans le cas d'une pente importante de l'ouvrage (Fig. 3-10), une composante verticale non nulle du souffle se crée suite à un déplacement longitudinal, lorsque les appareils d'appui sont horizontaux.

Cet écart d'altitude est évalué comme suit en fonction de la pente de l'ouvrage et des déplacements longitudinaux de chacune des deux parties en vis-à-vis.

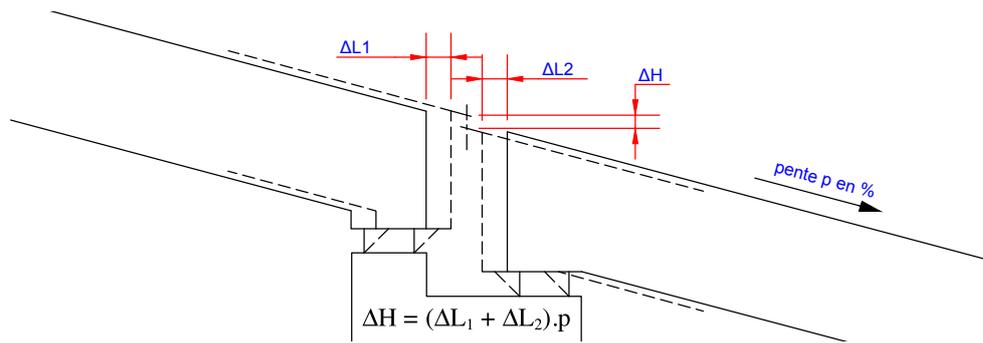
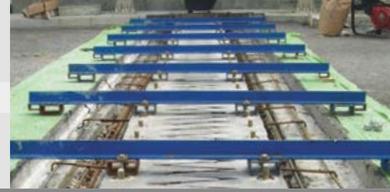


Figure 3-10 : Cas d'un ouvrage avec pente marquée

Nota : Parfois, lorsque ces déplacements verticaux relatifs sont importants, ils peuvent remettre en question la sécurité des usagers au droit du joint et dans ce cas des dispositions particulières sont à prévoir.

Influence des mouvements d'appui

Parmi les mouvements de la structure, liés aux conditions d'appui, il peut y avoir des mouvements de sol, des tassements d'appui, des mouvements ou déformations anormaux d'appareils d'appui (comme les bielles inclinées), des déformations de pieux, la possibilité de vérinage sans démontage du joint...

Les actions accidentelles

Chocs de véhicules

Cela concerne en particulier :

- sur l'ouvrage, les chocs de véhicule sur les barrières de sécurité ;
- sous l'ouvrage, les chocs de véhicule hors gabarit.

Ces deux actions accidentelles sont susceptibles d'induire un déplacement latéral au niveau du joint de chaussée. Toutefois, leurs effets sont généralement négligés.

Séisme

Les joints constituent pour l'ouvrage des éléments structuraux non critiques vis-à-vis du séisme. Sous l'action sismique, ils sont supposés être endommagés et doivent avoir un mode de détérioration prévisible, ainsi qu'une possibilité de réparation.

Les marges de débattement doivent prévoir un pourcentage approprié du déplacement sismique de calcul et du mouvement thermique, respectivement p_e et p_r , après avoir rendu possibles tous les effets de fluage et de retrait à long terme, de manière à éviter tout dommage dû à des séismes fréquents. Les valeurs appropriées de ces pourcentages peuvent être choisies, sur la base d'une évaluation de la rentabilité des mesures prises pour éviter tout dommage. À défaut, les valeurs attribuées à p_e et p_r , recommandées dans l'Eurocode 8-2, sont respectivement 0,4 (pour le déplacement sismique de calcul) et 0,5 (pour le mouvement thermique) (cf. Eurocode 8-2 clause 2.3.6.3(5) [21]).

Le guide méthodologique du Sétra « Ponts en zone sismique – Guide de conception » [26] propose un raffinement de cette approche forfaitaire en fonction des différentes configurations rencontrées (types d'ouvrages, catégories d'importance, ordre de grandeur du déplacement sous l'effet du séisme de calcul...). Il détaille également certains points spécifiques relatifs à l'emploi de joints non apparents à revêtement amélioré (JRA) ainsi qu'à la conception et au dimensionnement des garde-grèves fusibles. Il conviendra de s'y reporter pour plus de détails.

3.2.3.3 - Les combinaisons d'actions

Actions permanentes

Sont à prendre en compte les effets du retrait, du fluage, des déplacements d'appui éventuels (noté G). Deux cas sont à étudier correspondant respectivement au raccourcissement et à l'allongement : les effets du retrait et du fluage, ainsi que, éventuellement, des déplacements d'appui dans le sens du raccourcissement, éventuellement des déplacements d'appui dans le sens de l'allongement.



Actions variables

Ce sont d'une part, les effets de la température (rappel : la variation quotidienne de température de 10 °C est prise en compte dans l'étendue maximale de variation négative et positive de la température), d'autre part, les actions des charges d'exploitation Q_k (rotation due aux charges, freinage, force centrifuge) et les actions accidentelles A_d (voir paragraphe précédent) :

- T_k : effet de la température avec sa valeur caractéristique ;
- $Q_{k-fq-trot}$: effet des charges de trafic (rotation) avec leur valeur fréquente, y compris les charges de trottoir cumulables ;
- Q_{k-fq} : effet des charges de trafic (rotation) avec leur valeur fréquente, sans charges de trottoir ;
- Q_{k-c} : effet des charges de trafic (rotation) avec leur valeur caractéristique, y compris les charges de trottoir cumulables ;
- Q_{lk} : effet des forces de freinage, avec leur valeur caractéristique ;
- Q_{tk} : effet des forces centrifuges ou transversales, avec leur valeur caractéristique ;
- E_d : effet de l'action sismique de calcul.

Combinaisons d'actions

Les combinaisons à étudier pour déterminer le soufflé d'un joint de chaussée sont les suivantes :

ELS (Etat Limite de Service) (caractéristique) :

- ELS 1 : $G + Q_{k-c} + 0,6 T_k$
- ELS 2 : $G + Q_{k-fq} + Q_{lk} + Q_{tk} + 0,6 T_k$
- ELS 3 : $G + T_k + Q_{k-fq-trot}$

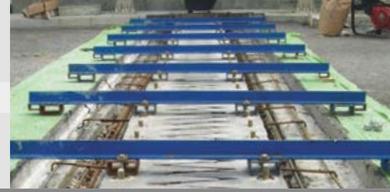
ELU (Etat Limite Ultime) :

- ELU 1 : $1,35 G + 1,35 Q_{k-c} + 1,5 \times 0,6 T_k$
- ELU 2 : $1,35 G + 1,35 (Q_{k-fq} + Q_{lk} + Q_{tk}) + 1,5 \times 0,6 T_k$
- ELU 3 : $1,35 G + 1,5 T_k + 1,35 Q_{k-fq-trot}$
- Séisme : $G + 0,5 T_k + 0,4 E_d$ sauf spécification particulière (cf. 3.2.3.2 – séisme du présent chapitre)

Nota : (1) : Pour le retrait et le fluage, le coefficient ELU est 1,00.

(2) : Pour le calcul du soufflé des joints de chaussée, la température est conservée dans les combinaisons de calcul ELU contrairement aux recommandations de l'Eurocode qui s'appliquent à la justification structurale.

Dans le cas général, la capacité de mouvement du joint de chaussée à retenir est le soufflé déterminé avec les combinaisons ELS, en s'assurant que le vide entre maçonneries permette de reprendre le mouvement à l'ELU (si le mouvement ELS est dépassé, le joint est un élément fusible, sans endommagement de la structure). Dans certains cas, comme par exemple pour la prise en compte du séisme (voir paragraphe « Séisme » de ce chapitre), la capacité de mouvement du joint de chaussée sera déterminé à partir du soufflé ELU.



Rappel des calculs précédents

Déformation totale retrait + fluage : $\epsilon_c = 8,6 \cdot 10^{-4}$

Déformation thermique : $\epsilon_{T,exp} = 4,7 \cdot 10^{-4}$ et $\epsilon_{T,con} = 3,7 \cdot 10^{-4}$

Rotation d'about : $Q_{k-c} = 3,7$ mm ; $Q_{k-fq+trot} = 2,2$ mm ; $Q_{k-fq} = 2,0$ mm

Ouvrage mono-travée, culées identiques : point fixe au centre de l'ouvrage.

Pour un joint de chaussée, $\Delta L = L \cdot \epsilon = 30/2 \cdot \epsilon$

$G_{con} = 30/2 \times 8,6 \cdot 10^{-4} = 12,9$ mm

$G_{exp} = 0$ mm

$T_{k,con} = 30/2 \times 3,7 \cdot 10^{-4} = 5,6$ mm

$T_{k,exp} = 30/2 \times 4,7 \cdot 10^{-4} = 7,1$ mm

Freinage : $Q_{lk} = 381$ kN ; $v_x = 13,2$ mm

Force centrifuge : $Q_{tk} = 0$

	Raccourcissement	Allongement
ELS 1	$12,9 + 3,7 + 0,6 \times 5,6 = 20$ mm	$0 + 0 + 0,6 \times 7,1 = 4,3$ mm
ELS 2	$12,9 + 2,0 + 13,2 + 0 + 0,6 \times 5,6 = 31,5$ mm	$0 + 0 + 13,2 + 0 + 0,6 \times 7,1 = 17,5$ mm
ELS 3	$12,9 + 5,6 + 2,2 = 20,7$ mm	$0 + 7,1 + 0 = 7,1$ mm
Souffle ELS : 50 mm	32 mm	18 mm
ELU 1	$1,0 \times 12,9 + 1,35 \times 3,7 + 1,5 \times 0,6 \times 5,6 = 22,9$ mm	$1,0 \times 0 + 1,35 \times 0 + 1,5 \times 0,6 \times 7,1 = 6,4$ mm
ELU 2	$1,0 \times 12,9 + 1,35 \times (2,0 + 13,2 + 0) + 1,5 \times 0,6 \times 5,6 = 38,5$ mm	$1,0 \times 0 + 1,35 \times (0 + 13,2 + 0) + 1,5 \times 0,6 \times 7,1 = 24,2$ mm
ELU 3	$1,0 \times 12,9 + 1,5 \times 5,6 + 1,35 \times 2,2 = 24,3$ mm	$1,0 \times 0 + 1,5 \times 7,1 + 1,35 \times 0 = 10,7$ mm
Souffle ELU : 63 mm	39 mm	24 mm

Dans cet exemple, le joint à retenir doit avoir une capacité de souffle de 50 mm (tout en s'assurant que le vide entre maçonneries permette de reprendre l'allongement ELU sans mise en contact). Les joints à lèvres, joints à bande ou joints cantilever permettent de reprendre le souffle de 50 mm. Pour des raisons de confort, dans ce cas, les joints à lèvres sont déconseillés car ils conduisent à un hiatus supérieur à 50 mm en position d'ouverture maximale.

Nota : Il est constaté que, pour les petits et moyens ouvrages, la prise en compte du freinage suivant l'Eurocode augmente sensiblement la valeur du souffle par rapport aux valeurs obtenues avec les anciens règlements. Pour réduire les effets du freinage sur le calcul du souffle, il peut être envisageable d'augmenter la largeur des appareils d'appui de manière à en augmenter la rigidité. Par exemple, cela peut permettre de passer d'un joint cantilever à un joint à lèvres, moins coûteux.

3.2.4 - Cas du remplacement d'un joint de chaussée

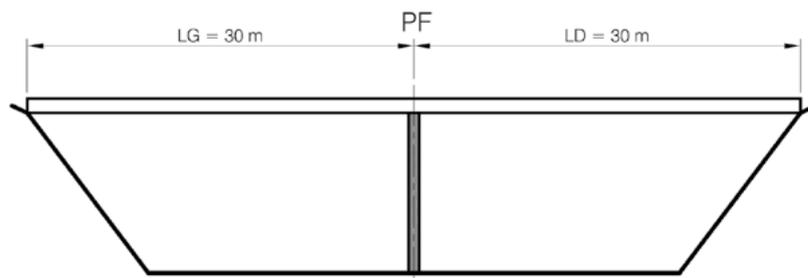
Dans le cas d'un ouvrage existant pour lequel le remplacement du joint de chaussée est envisagé, il convient de déterminer le souffle du joint à remplacer en ôtant toutes les déformations irréversibles déjà effectuées, c'est-à-dire une part du retrait et une part du fluage.

Pour les ouvrages en béton armé, la part du retrait dans le souffle total n'est généralement pas assez importante pour réduire de façon significative le souffle du joint de chaussée d'un ouvrage de plus de 10 ans et ne permet donc pas de changer de gamme de joint : le joint remplacé sera la plupart du temps identique (de même famille) au joint initial.



Pour les ouvrages en béton précontraint, le cumul du retrait et surtout du fluage déjà effectués peut constituer une part non négligeable du soufflé total et il est alors intéressant de recalculer le soufflé du joint de chaussée d'un ouvrage de plus de 10 ans (ce recalcul est à produire avant la phase de choix du joint). La réduction par rapport au soufflé initial peut alors permettre de changer de gamme de joint, comme le montre l'exemple ci-dessous où le joint initial cantilever est remplacé par un joint à lèvres.

Exemple d'application numérique pour le calcul du soufflé d'un joint de chaussée à remplacer pour un ouvrage de plus de 10 ans.



PF : position du point fixe ; LG : longueur dilatable à gauche ; LD : longueur dilatable à droite

Figure 3-11 : Exemple d'ouvrage en béton précontraint à deux travées de 30 m, symétrique

L'ouvrage considéré est en béton précontraint à deux travées de 30 m, symétrique (le point fixe est considéré au centre). Le calcul du soufflé pour l'ouvrage neuf conduit à une valeur de 58 mm (dont 19 mm pour le fluage et 7 mm pour le retrait) : un joint cantilever permet de reprendre ce soufflé.

Si le remplacement du joint de chaussée est effectué 10 ans après la réalisation de l'ouvrage, les parts de retrait et de fluage déjà effectuées sont respectivement de 60 % pour le retrait de dessiccation, 100 % pour le retrait endogène et 90 % pour le fluage, soit une déformation de :

$$0,6 \times 1,68 \cdot 10^{-4} + 1,0 \times 0,75 \cdot 10^{-4} + 0,9 \times 6,2 \cdot 10^{-4} = 7,34 \cdot 10^{-4}$$

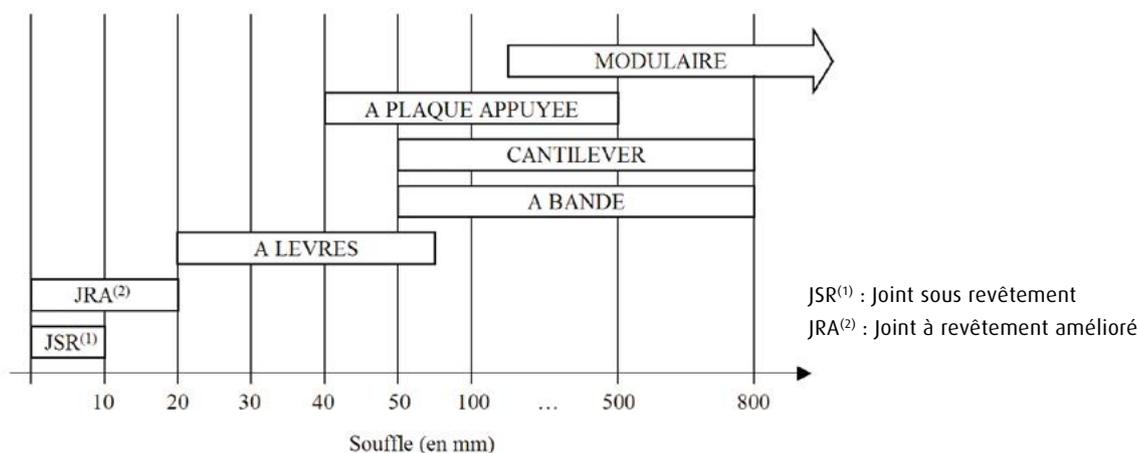
Il convient donc de retirer au soufflé nominal la valeur $7,34 \cdot 10^{-4} \times 30 = 22$ mm.

Pour le remplacement du joint de chaussée à plus de 10 ans, le soufflé à retenir est de 36 mm : un joint à lèvres permet de reprendre ce soufflé.

3.2.5 - Conclusion

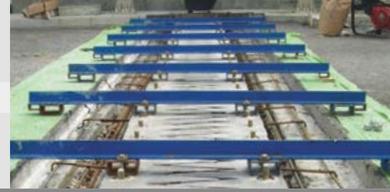
Parmi les paramètres influençant le choix du joint de chaussée, le plus déterminant est le soufflé que doit reprendre le joint. Le premier choix à effectuer est donc de sélectionner la ou les famille(s) de joint de chaussée dont le domaine d'emploi est compatible avec le soufflé calculé, parmi les joints sous revêtement, les joints à revêtement amélioré, les joints à lèvres, les joints à bande, les joints cantilever, les joints à plaque appuyée et les joints modulaires.

Le schéma de la figure 3-12 ci-après rappelle le domaine d'emploi courant pour chaque famille de joint.



JSR⁽¹⁾ : Joint sous revêtement
JRA⁽²⁾ : Joint à revêtement amélioré

Figure 3-12 : Domaine d'emploi des différentes familles de joint



3.3 - Les conditions de trafic

3.3.1 - La sécurité des usagers lors du franchissement du joint

La conception du joint doit permettre aux usagers de le franchir en toute sécurité quelle que soit son ouverture.

Cette sécurité en service dépend surtout de la capacité du joint à ponter le vide entre l'about du tablier de l'ouvrage et généralement le mur garde-grève de la culée. On cherche à se prémunir contre tout effet de rail ou de blocage des roues. De plus, on cherchera à éviter le phénomène de glissance par la rugosité des éléments du joint et l'efficacité de son drainage.

En fonction du type de circulation ou d'usagers, des précautions sont à prendre en compte, notamment :

- vis à vis de l'effet « rail de Tramway », il est important de veiller au respect de l'angle limite entre la direction du trafic et l'axe longitudinal du joint de chaussée déclaré par le fabricant ;
- vis à vis du phénomène de glissance, le drainage du joint doit s'effectuer de manière efficace afin d'éviter toute rétention d'eau ou de neige fondante. Pour certains modèles de joint, des dispositifs particuliers ont été prévus afin de limiter ce phénomène de glissance (ajout de bandes rugueuses sur des joints à pont en bandes, ajout de produits à base de résine sur des joints à peigne...) (Fig. 3-13).



Figure 3-13 : Exemple d'un joint à pont en bandes équipé de bandes rugueuses à gauche et d'un joint à peigne équipé d'une plaque métallique au droit d'une zone cyclable à droite

Les avis techniques comportent des indications vis-à-vis de la sécurité des usagers lors du franchissement du joint. L'ETAG 032 [2] définit des critères précis relatifs à cette notion en identifiant trois catégories d'usagers (véhicules motorisés, cyclistes et piétons). À titre d'information, l'annexe 6 présente certains de ces critères.

3.3.2 - Prise en compte des caractéristiques du trafic

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

Pour les joints de chaussée, la classe de trafic (Tableau 3-3) est définie par le trafic poids lourds (PL de charge utile supérieure à 5 t) journalier moyen à la mise en service (cf. guide « Conception et dimensionnement des structures de chaussée » du Sétra/LCPC de 1994 (tableau 1.1, article 4.3.1 de la partie 1) [27]). C'est sur la base de ces classes de trafic qu'est préparé l'avis de l'administration (Chapitre III de l'avis technique).

Classe de trafic	T5	T4	T3	T2	T1	T0	TS	TEXP
Trafic à la mise en service (PL/jour/sens)	< 25	> 25	> 50	> 150	> 300	> 750	> 2000	> 5000

Tableau 3-3 : Définition des classes de trafic



Les classes T1, T0, TS et T_{EXP} concernent principalement les autoroutes, leurs bretelles, les voies rapides, les routes nationales et certaines routes départementales importantes. En deçà, il s'agit de toutes les autres routes départementales et les voiries locales.

Le trafic doit être celui prévisible durant les 5 à 10 premières années d'exploitation : les joints doivent être des équipements durables à moyen et long terme, mais non nécessairement à très long terme.

Lors des opérations de remplacement, il convient de s'assurer que le nouveau joint est compatible avec les éventuelles évolutions du trafic.

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 œuvre des couches de chaussée. C'est celle conseillée afin d'éviter les réparations consécutives à des accidents dus aux chenilles, aux lames des engins, etc.

3.3.3 - Les types de chaussées

3.3.3.1 - Chaussées mixtes et dédiées

La mise en place des réseaux de transport en commun de type tramway en zone urbaine impose le plus souvent une redéfinition de l'usage des ouvrages d'art existants et non la construction de nouvelles structures (Fig. 3-14). La conception des profils en travers et l'implantation des superstructures doivent être réadaptées dès lors qu'un nouveau mode de transport doit être supporté. La réflexion doit être menée très en amont du projet de manière à optimiser l'impact sur les structures. Les dispositifs de joints de chaussée sont des éléments stratégiques pour la pérennité de l'ouvrage qui doivent faire l'objet d'une attention toute particulière lors des phases de conception et de réalisation (cf. problématique des joints sur chaussée mixte au §2.4 du chapitre 2). Il sera, par exemple, important de conserver une capacité d'étanchéité satisfaisante au droit des joints, surtout concernant les ouvrages les plus vulnérables tels que peuvent l'être les VIPP.

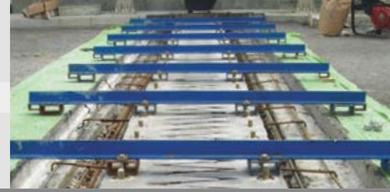
On s'attachera particulièrement au traitement des points singuliers tels que :

- sur les chaussées mixtes, la jonction entre deux plateformes différentes, avec quelquefois des dénivellations du profil en travers qui peuvent imposer l'implantation de dispositions particulières (conception de profils spécifiques, mise en place de remontées, etc.) ;
- les conflits qui peuvent apparaître entre l'implantation transversale du joint et la continuité longitudinale du ou des rails ;
- le traitement des joints de trottoirs et notamment des remontées, en particulier si les trottoirs incorporent des réseaux de concessionnaires.

Notons que si des réflexions sur le fonctionnement global de la structure peuvent être menées, elles doivent se faire bien plus en amont encore de manière à ce que l'impact sur la teneur des travaux puisse bien être pris en compte. Par exemple, si l'on peut imaginer mettre en œuvre un attelage de travées indépendantes de manière à diminuer le nombre de lignes de joints, c'est toute la conception des dispositifs d'appui qui doit être redéfinie.



Figure 3-14 : Viaduc Saint Jacques à Clermont-Ferrand



3.3.3.2 - Chaussées en béton

En cas de chaussée en béton, le guide technique LCPC/Sétra « Chaussées en béton » de mars 2000 [28] donne les préconisations suivantes :

Au droit des ouvrages :

Pour les passages inférieurs de petite longueur (portiques ou cadres), il est intéressant de poursuivre le revêtement en béton afin d'éviter des joints de dilatation au droit de l'ouvrage (Fig. 3-15). Ceci est particulièrement vrai lorsque le revêtement est en béton armé continu (BAC). Ceci suppose qu'il n'y ait pas à craindre de tassements différentiels entre l'ouvrage et les remblais d'accès.

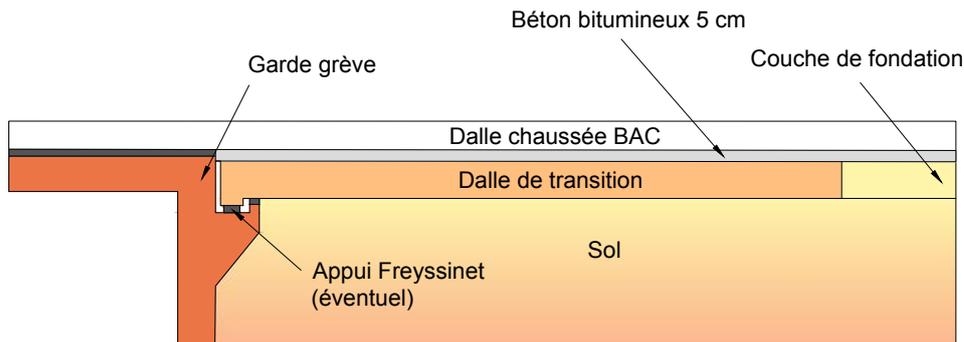


Figure 3-15 : Exemple de franchissement d'un passage inférieur de faible ouverture par une chaussée en béton armé continu

Si la continuité de la chaussée en béton ne peut pas être assurée au passage de l'ouvrage (passages inférieurs de grande longueur notamment), les dispositions suivantes seront adoptées :

- mise en place d'un béton bitumineux sur le tablier de l'ouvrage ;
- interface entre le béton bitumineux et le BAC réalisée par la mise en œuvre d'un joint de chaussée ancré sur des longrines disposées de part et d'autre du vide entre le tablier et le mur garde-grève.

En section courante :

Les BAC requièrent la mise en œuvre de joints transversaux d'extrémité lorsqu'ils se terminent contre une structure en enrobé (neuve ou existante) ou contre une chaussée en béton à dalles californiennes. Ce joint doit permettre un soufflé de 60 mm au moins (Fig. 3-16).

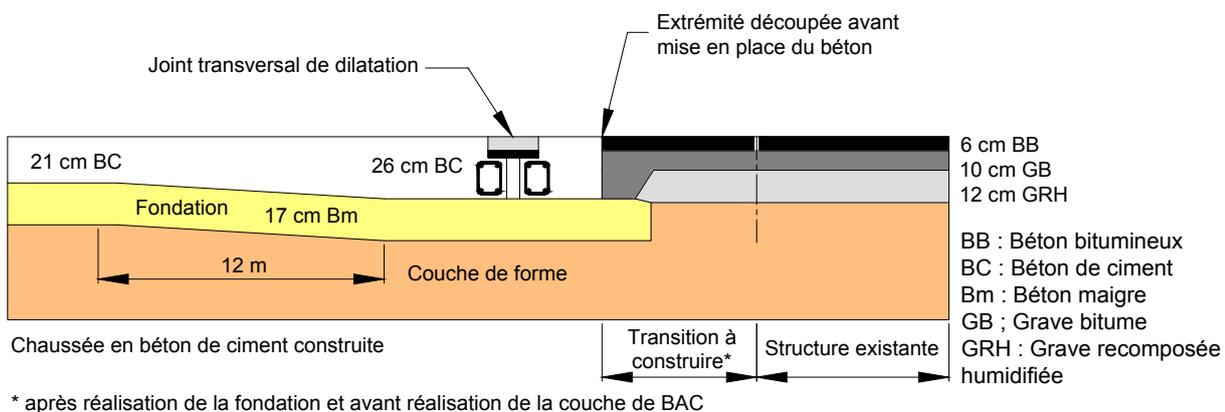


Figure 3-16 : Chaussée en béton armé continu se terminant contre une structure en enrobés neuve



3.4 - Le tracé routier

3.4.1 - Pente longitudinale et dévers, courbure et biais

La pente longitudinale, la courbure et le biais influencent les mouvements relatifs des parties du joint en vis-à-vis (déplacements transversaux voire verticaux).

Dès lors la conception du joint retenu se devra d'admettre ces mouvements. Par exemple, un joint à dents ne s'accommodera que de faibles mouvements transversaux (butée des dents les unes contre les autres).

3.4.2 - Le tracé routier aux abords (giratoire, feu...)

Le tracé routier aux abords du joint peut induire des sollicitations plus importantes au droit de celui-ci. Ainsi, la proximité d'un croisement peut accroître significativement la fréquence des freinages des véhicules. Autre exemple, les véhicules virant dans une courbe peuvent induire des efforts transversaux dans le joint.

Les joints sous revêtement et à revêtement amélioré sont plus particulièrement sensibles à ces effets.

3.5 - La robustesse

3.5.1 - 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 et protégée contre la corrosion autorisant un démontage facile de tout élément altéré et son remplacement.

Par nature, la pose en feuillure ou en ossature gabarit assure une meilleure liaison à la structure que les autres types de pose du fait des ancrages intégrés directement dans le tablier (cf. Chapitre 4).

3.5.2 - La simplicité des mécanismes

Pour les joints comportant des pièces en mouvement relatif, le fonctionnement des mécanismes doit être simple.

Par exemple, certains joints modulaires comportent des articulations ou autres mécanismes qui 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.

Ce critère fait partie des critères d'appréciation dans les avis techniques du Cerema/DTeclTM.

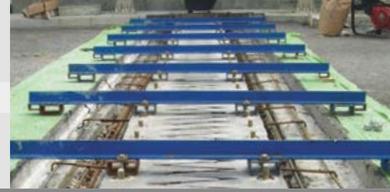
3.5.3 - La qualité des matériaux

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 doit être bonne.

Le béton de ciment en surface comme solin de raccordement, constitue un élément favorable de tenue du joint en réalisant un massif de protection contre le choc des roues sur le joint. Par contre, cette bonne durabilité ne peut être garantie que s'il est correctement formulé. Conformément à la norme NF EN 206/CN [6], les classes d'exposition à spécifier au producteur de béton sont :

- vis-à-vis de la tenue à la corrosion par carbonatation : XC4 ;
- vis-à-vis de la tenue à la corrosion par les chlorures provenant des sels de déverglaçage : XD3 ;
- vis-à-vis de la tenue à la corrosion par les chlorures d'eau de mer : XS1 ou XS3 ;
- vis-à-vis de la tenue au gel dégel, selon la zone de gel et le niveau de salage : XF1, XD3 + XF2, XF3 ou XF4.

L'école française du béton a publié en décembre 2010 une note d'aide au choix des classes d'exposition pour les ouvrages d'art (« Guide pour le choix des classes d'exposition des ouvrages d'art en béton », Solutions béton, 2010 [29]). Les tableaux proposés intègrent en particulier les solins des joints de chaussée. Les classes sont retenues sont récapitulées dans le tableau 3-4 :



XC	XS	XD			XF		
		Salage peu fréquent*	Salage fréquent*	Salage très fréquent*	Salage peu fréquent*	Salage fréquent*	Salage très fréquent*
Ouvrages d'art situés en mer ou à moins de 100 m de la côte (ou jusqu'à 500 m de la côte, suivant la topographie particulière, lorsque les parties aériennes sont soumises à un risque d'exposition aux embruns) :							
XC4	XS3	-	XD3		XF1	XF2	
Ouvrages d'art situés à moins de 1 km de la côte (ou jusqu'à 5 km de la côte, suivant la topographie particulière lorsque les parties aériennes de ces ouvrages sont exposées à un air véhiculant du sel marin, mais pas directement aux embruns) :							
XC4	XS1	-	XD3		XF1	XF2	
Ouvrages d'art à l'intérieur des terres en zone de gel faible ou modéré :							
XC4	-	-	XD3	XD3	XF1	XF2	XF4
Ouvrages d'art à l'intérieur des terres en zone de gel sévère :							
XC4	-	-	XD3	XD3	XF3	XF4	XF4
* L'appréciation du salage se réfère à la voie portée. Le salage est considéré comme « peu fréquent » lorsque la moyenne annuelle du nombre de jours de salage estimée sur les 10 dernières années est inférieure à 10, « très fréquent » lorsqu'elle est supérieure ou égale à 30, et « fréquent » entre ces deux cas.							

Tableau 3-4 : Tableaux d'aide au choix des classes d'exposition pour un solin de joint de chaussée en béton

Prévention de la réaction sulfatique interne. Tous les ouvrages d'art indépendamment de leur situation géographique :	
XH (prévention RSI)	Niveau de prévention RSI
XH3	As

Les spécifications liées aux classes d'exposition destinées à assurer la durabilité du béton sont celles données dans la norme de référence NF EN 206/CN complétées par les spécifications du fascicule 65 [30].

Du fait de leur formulation spécifique, ces bétons peuvent présenter des difficultés de mise en œuvre (talochage, résistance exigée retardée...). Aussi, le personnel d'exécution devra être averti de ces conditions.

Les aciers armant ce solin peuvent être attaqués par la corrosion surtout si leur enrobage est faible. Une protection complémentaire peut être envisagée en environnement très agressif.

3.5.4 - 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 chapitre 2, §2.2.2 du présent guide.

Nota : Le calage du drain en présence d'étanchéité de type MHC (Moyens à Haute Cadence) doit faire l'objet d'une analyse spécifique et d'une mise en œuvre adaptée.

3.5.5 - La facilité d'entretien et de remplacement

La facilité d'entretien et de remplacement : le joint doit pouvoir être entretenu facilement, éventuellement réparé (comme les couches de chaussée adjacentes) et surélevé lors des rechargements de tapis (*ce n'est pas le cas de tous les types de joints*). 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.

La qualité des équipes de pose et la garantie du service après-vente : un avis technique de joint de chaussée est attribué à un couple fabricant/installateur garantissant la pose par des équipes spécialisées et qualifiées pour la mise en œuvre de la gamme de produit commercialisée. Il est donc important de s'assurer de ne pas dissocier le couple fabricant/installateur. Les entreprises s'engagent à assurer un service après-vente pendant et en dehors de la période de garantie.

La périodicité des interventions d'entretien : La conception du joint doit limiter la fréquence des interventions d'entretien.



3.6 - Le coût

Que ce soit lors des travaux d'ouvrages neufs ou pour le remplacement de joints existants, le critère de coût dans le choix d'un modèle de joint ne doit être qu'un critère mineur par rapport aux critères de qualité et de durée de vie par exemple.

Il est important de bien intégrer des critères d'analyse des offres judicieux avec une pondération définie par le maître d'ouvrage (par exemple durabilité, facilité d'entretien, délais de mise en œuvre...).

Le coût propre du joint devient en outre relativement marginal par rapport au coût d'exploitation lors des opérations d'entretien et au coût à l'utilisateur (temps perdu).

D'un point de vue financier, l'enjeu est plus de réduire la fréquence des interventions sur des joints de meilleure conception/qualité que d'en baisser le prix d'achat.

3.7 - Autres éléments d'appréciation

3.7.1 - La durée de vie

La durée de vie d'un joint de chaussée peut être extrêmement variable, de quelques années à quelques dizaines d'années. Il est bien souvent un des premiers objectifs recherchés par le maître d'ouvrage ou le gestionnaire.

La durée de vie est impactée par :

- l'environnement extérieur (actions du gel, du sel, des engins de déneigement, de fortes chaleurs pour les joints à revêtement amélioré, ambiance marine...);
- les sollicitations (trafic et déplacements imposés);
- la conception et la constitution du joint (résistance à la fatigue, à l'usure, simplicité des mécanismes, facilité de remplacement...);
- la qualité de mise en œuvre (respect des temps de prise des bétons d'ancrage, des enrobages, réglage en ouverture et en altimétrie, respect des couples de serrage, fermeture de l'étanchéité...);
- la facilité et la qualité de l'entretien.

3.7.2 - Le bruit

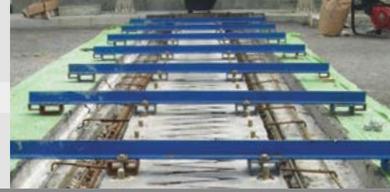
Certains modèles, par leur conception ou à cause de défauts lors de leur pose, peuvent provoquer des claquements au passage des véhicules (en particulier des poids lourds). Ces claquements peuvent être amplifiés par la conception de l'ouvrage (caisse de résonance).

Ce phénomène est particulièrement problématique à proximité des zones habitées voire de zones naturelles protégées et il convient de le prendre en compte. Toutefois, les mesures d'émergence de bruit d'un joint de chaussée sont délicates à caractériser et les solutions actuelles se limitent, après avoir écarté les défauts de pose, à mettre en place une isolation phonique au niveau des éléments sources de bruit ou sur les habitations à proximité ou également à remplacer le joint incriminé par un joint d'une autre famille.

3.7.3 - Le confort

Le confort au passage du joint se caractérise par l'absence de dénivellations altimétriques et par une continuité optimale de la surface de roulement. À ce titre, les hiatus supérieurs à 50 mm sont déconseillés et les joints à bande ou les joints cantilever sont hautement souhaitables pour des hiatus supérieurs à cette valeur.

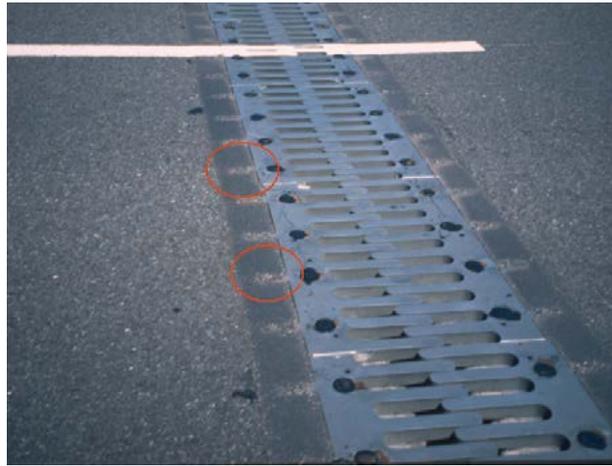
Dans le cas, le plus courant, d'une chaussée dont le revêtement est en enrobé, il est conseillé d'entreprendre la pose et le réglage des joints après exécution de la couche de roulement, ce qui permet un réglage précis, gage d'un bon confort.



3.7.4 - Viabilité hivernale et déneigement

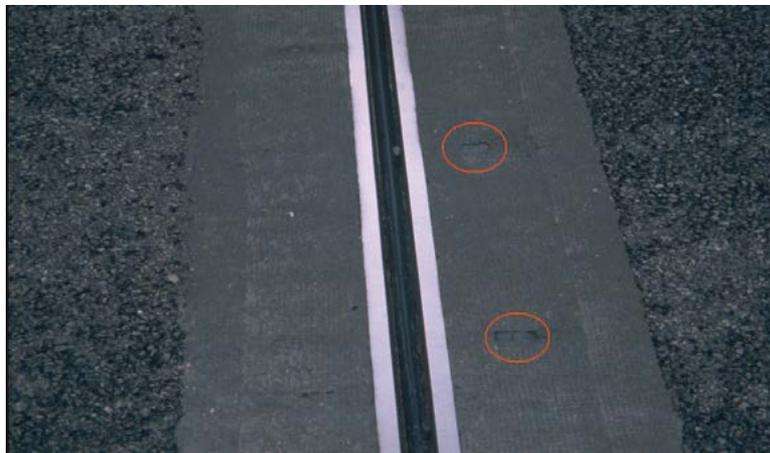
Les éléments mécaniques de certains modèles de joints sont exposés au danger des lames des engins de déneigement qui peuvent les endommager lors des opérations de viabilité hivernale. Il est nécessaire d'informer les agents en charge de la conduite de ces engins qu'ils doivent lever leurs lames au passage des joints exposés. Malheureusement, il peut être délicat de repérer la position exacte des joints surtout dans des conditions météorologiques précaires.

Certains joints cantilever à peigne prévoient un profilage des dents permettant de réduire le risque d'arrachement lors du passage des lames (Fig. 3-17 et 3-18). Il est aussi possible d'abaisser les peignes de un à deux millimètres par rapport au solin.



○ : Déflecteurs de lames de chasse-neige

Figure 3-17 : Déflecteurs de lames de chasse-neige sur des joints cantilever



○ : Déflecteurs de lames de chasse-neige

Figure 3-18 : Déflecteurs de lames de chasse-neige sur un joint à lèvres

3.7.5 - Le cycle de vie et l'impact écologique

À l'échelle des ouvrages, la part de consommation de matériaux amenée par les joints de chaussée est marginale.

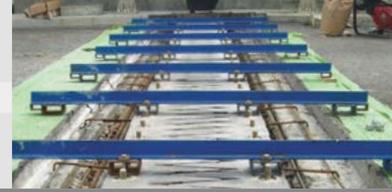
Au cours du cycle de vie d'un pont (mise en œuvre, vie en œuvre, fin de vie), la part du joint de chaussée sur les impacts écologiques lors des phases de mises en œuvre et de fin de vie est donc très faible.

Les impacts sont plutôt à rechercher du côté de la gêne à l'usager et des déviations de circulations éventuellement nécessaires au moment des opérations d'entretien ou de remplacement.

Cela rejoint au final l'analyse de l'impact économique des joints de chaussée en soulignant l'intérêt de réduire la fréquence des interventions sur ces équipements par la qualité des matériaux, des conceptions et des mises en œuvre.

3.8 - Synthèse : la sélection du joint pour les ouvrages neufs et le remplacement

Famille de joints / Critère examiné	Joint sous revêtement	Joint à revêtement amélioré	Joint à lèvres	Joint à bande	Joint cantilever	Joint à plaque appuyé	Joint modulaire
Capacité de souffle							
• En cas de dépassement du souffle nominal	Très mauvaise	Très faible	Tolérance faible	Tolérance faible	Très bonne	Très bonne	Très bonne
• Mouvements verticaux	Très mauvaise	Très faible	Très bonne	Moyennement satisfaisante	Très bonne	Moyennement satisfaisante	Dépend de la conception du joint
• Mouvements transversaux	Très mauvaise	Très faible	Faible	Faible	Faible voire très faible selon la forme des peignes	Faible voire très faible selon la forme des peignes	Dépend de la conception du joint
Biais							
• Adaptation au biais	Faible	Bonne jusqu'à 50 grades	Variable mais en général bonne	En général faible voire réservée aux ouvrages droits	Très bonne sous réserve d'un dessin adapté du joint	Très bonne sous réserve d'un dessin adapté du joint	Dépend de la conception du joint
Étanchéité							
• Du joint	En principe satisfaisante	En principe satisfaisante	En principe satisfaisante	En principe satisfaisante	En principe étanche ou nécessite l'ajout d'un dispositif de recueil des eaux	Nécessite l'ajout d'un dispositif de recueil des eaux	Nécessite l'ajout d'un dispositif de recueil des eaux
• Liaison à l'étanchéité de l'ouvrage	En principe satisfaisante	En principe satisfaisante	Nécessite des dispositions spéciales	Nécessite des dispositions spéciales	Nécessite des dispositions spéciales	Nécessite des dispositions spéciales	Nécessite des dispositions spéciales
Robustesse							
• Liaisons à la structure	Non pertinent	Non pertinent	Dépend de la technique du modèle mais les chocs des roues obligent à un ancrage de qualité et à renforcer la structure	La « réaction » de poussée / traction oblige à dimensionner la structure en conséquence	Correcte mais les ancrages doivent être de bonne qualité	Dépend du principe du modèle du joint	Dépend du principe du modèle de joint
• Simplicité des mécanismes	Non pertinent	Non pertinent	En général simple	En général simple	Simple	En général simple	Plutôt compliqué



Famille de joints / Critère examiné	Joint sous revêtement	Joint à revêtement amélioré	Joint à lèvres	Joint à bande	Joint cantilever	Joint à plaque appuyé	Joint modulaire
<ul style="list-style-type: none"> Résistance à la fatigue (joints mécaniques) ou à l'orniérage et à la fissuration (joint à revêtement) Comportement sous trafic 	Peu satisfaisante	Satisfaisant	Non pertinent sauf si soudures	Non pertinent	Pas de problème	Le pont subit de nombreuses sollicitations qui peuvent entraîner une usure ou une fatigue	Pas de problème
	Valable sous trafic T2-T3	Valable sous trafic T0	Généralement correct	Possible usure prématurée de la bande Risque de désadhérisation d'inserts métalliques	Bonne tenue sous trafic T0	En général moyen sous trafic T0	Bonne tenue sous trafic T0
Confort							
<ul style="list-style-type: none"> Bruit et vibration (sous réserve d'un bon calage de niveau) Confort à l'usager 	RAS	RAS	Le ressaut du véhicule peut être une source de nuisance	Potentiellement bruyant	Généralement faible	Moyen sauf ceux comportant des appuis métal/métal (très bruyant)	Qualités moyennes, améliorables sous réserve de dispositions particulières
	Excellent	Excellent	Moyen, il est fonction de la distance entre lèvres et du biais	En général bon Risque de glissance	En général excellent Dents inadaptés à la circulation des 2 roues pour les grands soufflés	En général très bon, surtout avec un peigne ce qui est très fréquent Dents inadaptés à la circulation des 2 roues pour les grands soufflés	En général bon Selon la conception, peut être inadapté à la circulation des 2 roues
Entretien							
<ul style="list-style-type: none"> Entretien courant Remplacement d'éléments Sécurité en cas de désordre Aptitude au vérinage Recalage altimétrique 	Facile	Assez facile	Facile	Facile	Facile si le joint a été conçu pour cela	Facile si le joint a été conçu pour cela	Délicat
	Non pertinent	Réfection partielle possible (robotage et rechargement)	Délicat pour les profilés métalliques	Facile si les ancrages peuvent être réutilisés	Facile si les ancrages peuvent être réutilisés	Facile si les ancrages peuvent être réutilisés	Dépend de la conception du joint
	RAS	RAS	Parfois dangereux	En général bonne	Parfois dangereux (arrachement d'éléments, dents cassées...)	Parfois dangereux (arrachement d'éléments, dents cassées...)	Normalement assurée
	Très faible	Très faible	Très bonne sous réserve de déposer le profilé élastomère	En général suffisante (dénivellation possible de l'ordre de 10 mm)	Très bonne en l'absence de profilé d'étanchéité	Démontage nécessaire d'une partie des éléments	Nécessite une étude particulière
De fait	Facile	Possible sur certains joints avec changement de la boulonnerie	Généralement possible avec changement de la boulonnerie	Généralement possible avec changement de la boulonnerie	Généralement possible avec changement de la boulonnerie	Généralement possible avec changement de la boulonnerie	Nécessite une étude particulière



La figure 3-19 résume la démarche à suivre pour le choix d'un joint de chaussée.

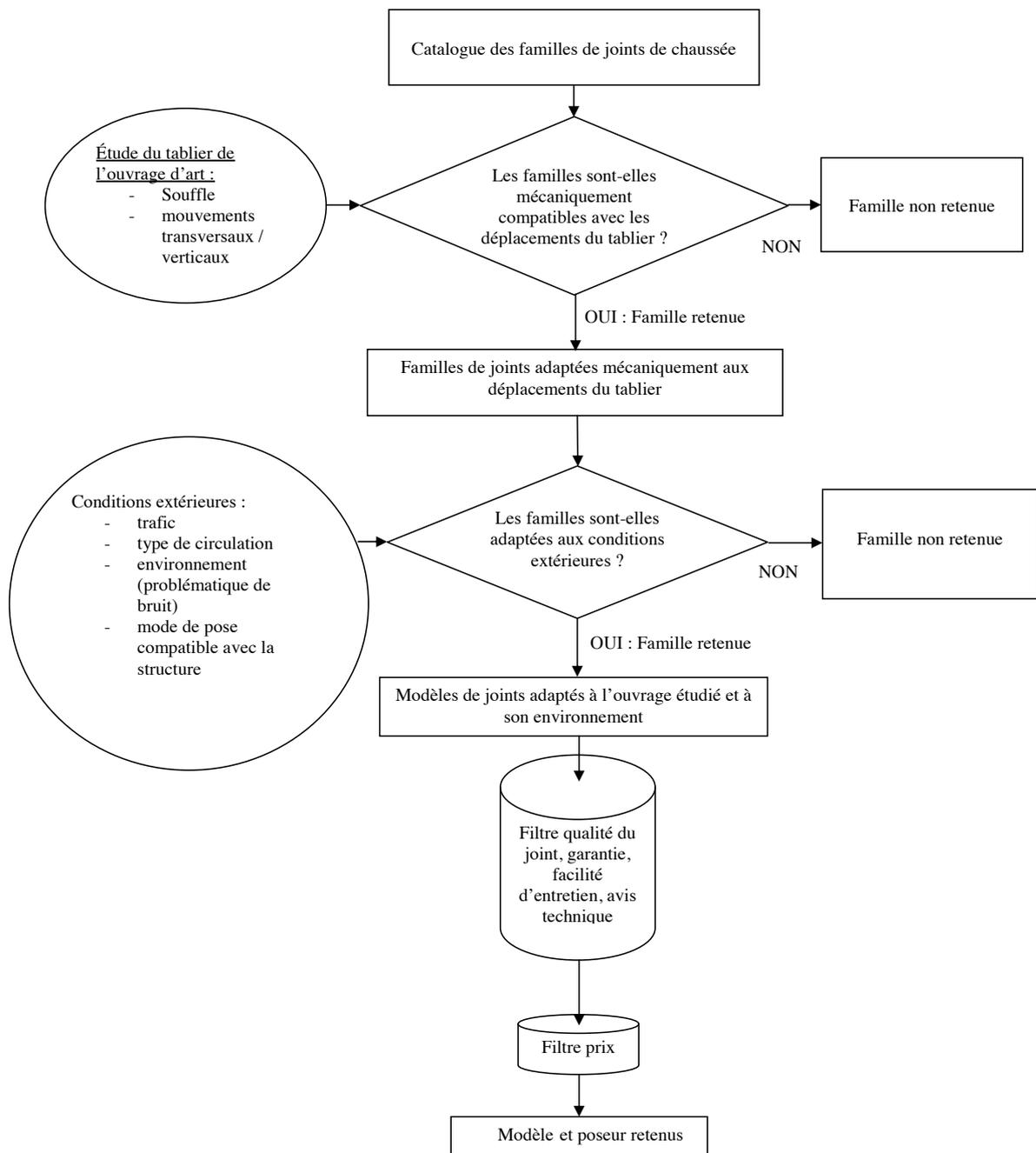


Figure 3-19 : Démarche récapitulative pour le choix d'un joint de chaussée



Chapitre 4

Les méthodes de pose

Dans ce chapitre les différentes méthodes de pose adaptées à chaque type de joint de chaussée seront évoquées. Pour une description plus précise de ces techniques de pose et de contrôle, il est loisible de se reporter utilement au guide LCPC « Le contrôle des travaux de joints de chaussée et de trottoirs sur ouvrages neufs et en réparation » [31] et à la fiche MEMOAR XI-1 [32].

4.1 - Le réglage du joint (en ouverture et altimétrie)

Outre l'ancrage proprement dit du joint à la structure, le poseur doit également réaliser le réglage du joint lui permettant de fonctionner dans sa plage d'ouverture optimale : il s'agit du **réglage de l'ouverture du joint à la pose** en fonction de la température de l'ouvrage (pose en été ou en hiver) afin de s'assurer qu'à tout moment de la vie de l'ouvrage, le joint ne sera ni en butée ni ne présentera une ouverture trop importante.

Le poseur doit également réaliser le **réglage en altimétrie** du joint vis-à-vis du revêtement adjacent afin d'obtenir un bon confort pour l'usager (absence de « marche » au passage du joint) ainsi qu'une bonne tenue mécanique du joint (absence d'effet dynamique au passage des véhicules). Ce bon réglage permettra de minimiser les nuisances sonores pour les riverains.

Le retour d'expérience sur la pose de joints de chaussée montre que le réglage des joints n'est pas toujours maîtrisé par les équipes de pose (notamment la prise en compte de la température de l'ouvrage au moment de la pose) ce qui peut conduire à l'apparition de désordres en service.

L'attention est attirée sur la nécessité du bon contrôle de ce réglage, qui constitue d'ailleurs un point d'arrêt (cf. fiche MEMOAR XI-1). Le maître d'œuvre a tout intérêt à s'appuyer sur l'intervention d'un contrôle extérieur spécialisé pour l'aider à lever ce point d'arrêt.

4.1.1 - Le réglage de l'ouverture à la pose

L'ouverture d'un joint de chaussée est directement liée au souffle qui représente la différence entre la valeur maximale de l'ouverture et sa valeur minimale.

Selon le type de joint de chaussée l'ouverture (Fig. 4-1) se détermine soit directement par une mesure entre éléments en vis-à-vis (joints à lèvres, à plaque appuyée, joints à peigne), soit indirectement à l'issue d'une mesure entre bords extérieurs des éléments de joint (joint à matelas).



Figure 4-1 : Mesures d'ouverture d'un joint à lèvre (à gauche) et d'un joint cantilever (à droite)



L'ouverture d'un joint de chaussée varie tout au long de la vie de l'ouvrage en fonction de plusieurs paramètres (cf. chapitre 3 §3.2.2) (Fig. 4-2) :

- les phénomènes de dilatation (raccourcissement/allongement) sous l'effet de la température ;
- les effets de retrait pour les ouvrages en béton armé et de retrait et fluage pour les ouvrages en béton précontraint ;
- les effets dus au freinage ;
- les rotations dues au trafic, fluage, gradient thermique.

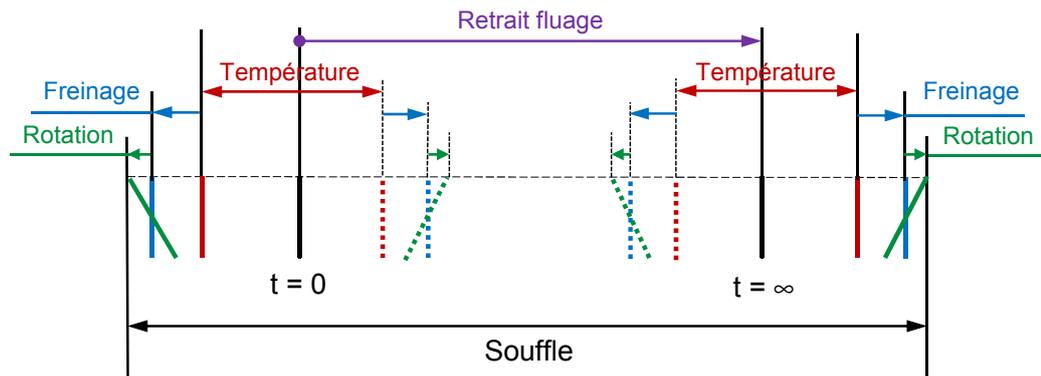


Figure : 4-2 : Décomposition du souffle

A la pose, l'ouverture d'un joint doit être réglée en fonction de ces paramètres afin d'éviter des mises en butée ou des ouvertures excessives de ce joint tout au long de la vie de l'ouvrage.

Il convient donc de déterminer la valeur d'ouverture du joint à la pose (ouv_{pose}) comprise entre la capacité d'ouverture minimale (ouv_{min}) et la capacité d'ouverture maximale (ouv_{max}) propre à chaque joint de chaussée (un joint de chaussée WD80 de souffle 80 mm verra son ouverture comprise entre 10 et 90 mm par exemple).

Les effets du trafic (freinage et rotation) sont des déformations réversibles et généralement absentes ou réduites lors de la pose (travaux hors circulation ou sous circulation réduite) mais doivent être prises en compte lors du réglage de l'ouverture à la pose.

Les effets du retrait et fluage du matériau sont des déformations irréversibles appréhendées par le calcul lors de la détermination du souffle (Cf chapitre 3 §3.2.3) dont il faut tenir compte pour déterminer la valeur de l'ouverture du joint à la pose.

Enfin, les effets de la température sont des déformations réversibles et doivent être pris en compte dans la détermination de la valeur de l'ouverture du joint à la pose.

Le calcul du souffle du joint intègre le cumul de tous ces effets. Pour déterminer l'ouverture du joint à la pose, on se réfère à la combinaison de calcul ELS donnant le souffle le plus important. Ce calcul est généralement effectué pour une température de référence de 10°C et donne les valeurs d'allongement et de raccourcissement qui permettent d'établir une position de référence du joint de chaussée lorsque la température de l'ouvrage est égale à la température de référence de 10 °C (Fig.4-3). Lorsque la température de l'ouvrage au moment de la pose est différente de 10 °C, il suffit de se décaler par rapport à cette position de référence en considérant l'écart de température, sachant que l'ouverture varie linéairement avec la température. Le décalage est obtenu ainsi :

$$\delta_1 = (T_1 - T_0).L.\alpha_T, \text{ où } T_0 = 10 \text{ °C}, T_1 > 10 \text{ °C}, L \text{ longueur dilatable et } \alpha_T \text{ coefficient de dilatation thermique}$$

$$\delta_2 = (T_0 - T_2).L.\alpha_T, \text{ où } T_0 = 10 \text{ °C}, T_2 < 10 \text{ °C}$$

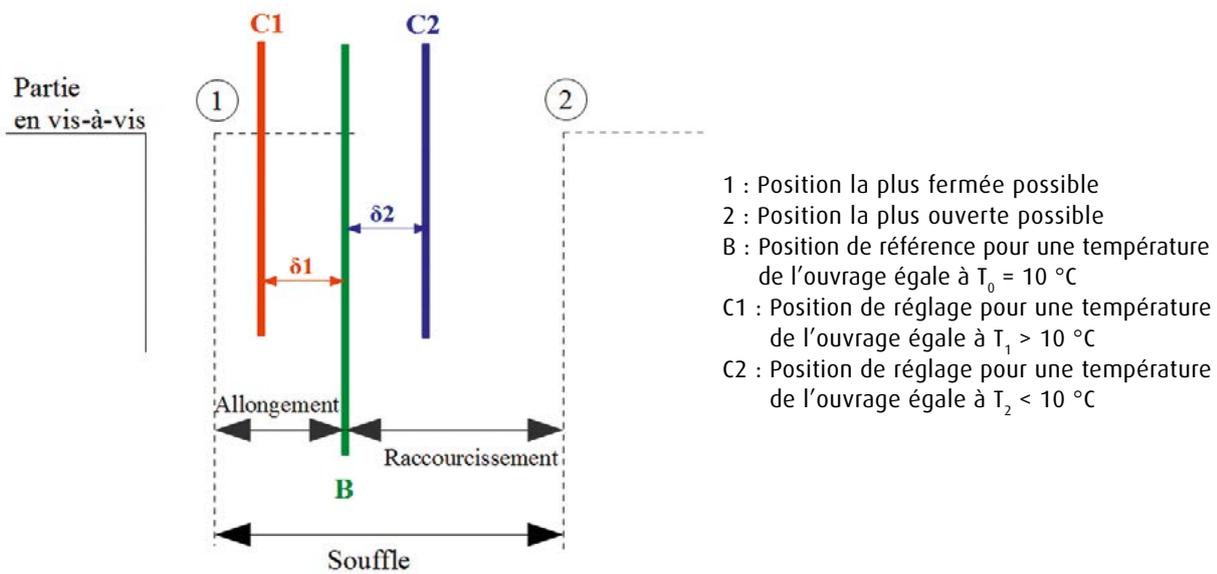
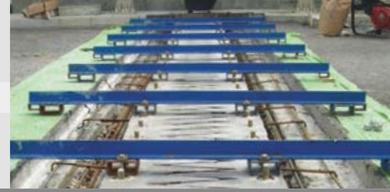


Figure 4-3 : Courbe permettant de déterminer le réglage de l'ouverture à la pose d'un joint de chaussée en fonction de la température de l'ouvrage (T_{ox})

4.1.1.1 - Influence des déformations réversibles autres que la température sur le réglage de l'ouverture du joint à la pose (hors joints sous revêtement et joints à revêtement amélioré)

Comme précisé dans les chapitres précédents, les déformations réversibles (translations liées aux effets du freinage et rotations sur appuis liées aux effets du chargement) doivent être intégrées au calcul du souffle du joint. Ainsi, on veillera à ce que le joint n'atteigne pas sa capacité d'ouverture maximale par basse température et après effets du retrait et du fluage, alors que celui-ci devra cumuler en plus les effets des déformations réversibles.

Elles ont également une influence sur le réglage du joint à la pose. En effet, le réglage de l'ouverture du joint à la pose doit intégrer une part de réserve qui permettra au joint d'absorber ces effets lorsqu'il atteindra, au cours de sa vie, son ouverture minimale (par forte température et avant phénomène de retrait et de fluage). On évitera de cette manière le risque de mise en contact entre les éléments en vis-à-vis et les dégradations qui peuvent en résulter.

4.1.1.2 - Influence du retrait et fluage sur le réglage de l'ouverture du joint à la pose

La détermination de la part du souffle due aux phénomènes de retrait fluage est explicitée au chapitre 3 §3.2.3.2.

Cette déformation est irréversible et conduit à un raccourcissement de l'ouvrage depuis la construction ($t = 0$) jusqu'à la fin de vie de l'ouvrage ($t = \infty$).

Dans la pratique, sur ouvrage neuf, dans la plupart des cas, on retranche à l'ouverture maximale du joint l'intégralité de la part de souffle liée aux phénomènes de retrait/fluage, y compris celle déjà effectuée avant la pose du joint. On s'assure ainsi de ne jamais avoir une ouverture de joint supérieure à l'ouverture maximale admissible, tout au long de la vie de l'ouvrage (y compris à $t = \infty$ et pour la température mini T_{min}).

Dans le cas de remplacement de joints en service, il convient de déterminer la part restante de retrait/fluage pour le réglage. Pour les ouvrages courants, elle sera généralement négligeable, la majeure partie des déformations de retrait/fluage s'effectuant au jeune âge.

4.1.1.3 - Influence de la température sur le réglage de l'ouverture du joint à la pose

Le hiatus entre l'ouvrage et l'about du garde-grève (ou éventuellement un autre ouvrage) varie linéairement avec la température. L'ouverture du joint à la pose se détermine donc, connaissant la plage d'ouverture du joint et la plage des températures extrêmes, dès lors que la température de l'ouvrage au moment de la pose est connue.



Détermination de la température de l'ouvrage au moment de la pose (T_{0A}) :

Il s'agit bien d'appréhender la température de l'ouvrage et non la température ambiante.

Toutefois, la seule donnée facile à déterminer est, dans les cas courants, la température ambiante.

1/ Par la méthode de Mme Emerson

Cette méthode permet d'estimer la température prévisible de l'ouvrage en fonction de la température ambiante sous abri lors des 24 à 48 heures précédentes (cf. annexe 5).

2/ Par lecture directe de la température de l'ouvrage

Cette lecture peut se faire au moyen de sondes de température noyées dans le béton de l'ouvrage ou collées sur des poutres métalliques.

En général ces dispositifs ne sont pas prévus, et réservés aux grands ouvrages, et la lecture directe est impossible.

3/ Par d'autres méthodes

Pour un ouvrage courant, il peut être intéressant de connaître la marge de manœuvre entre le souffle calculé (y compris les incertitudes de calcul) et la capacité de souffle du joint de manière à utiliser cette marge de manœuvre sur les incertitudes de détermination de la température de l'ouvrage.

Par exemple, si cette marge est suffisamment importante (au minimum 10 mm), on pourra alors, pour les ouvrages en béton, ne tenir compte que de la température moyenne ambiante sous abri des dernières 48 h et considérer que l'ouvrage est à cette température.

Si la marge de manœuvre est trop faible (inférieure à 10 mm), il faut essayer d'appréhender au mieux la température de l'ouvrage.

La prise de température par contact ou par technique infrarouge est possible sur les parois en intrados des dalles vers les appuis ou dans les caissons sur les parois intérieures des âmes.

Nota : Lorsque la capacité de souffle du joint retenu est notablement supérieure au souffle calculé (marge), il peut être intéressant de décaler le réglage du joint du côté de la fermeture afin de limiter le hiatus maximal en service ce qui a pour conséquence d'améliorer le confort et la durabilité du joint (Fig. 4-4).

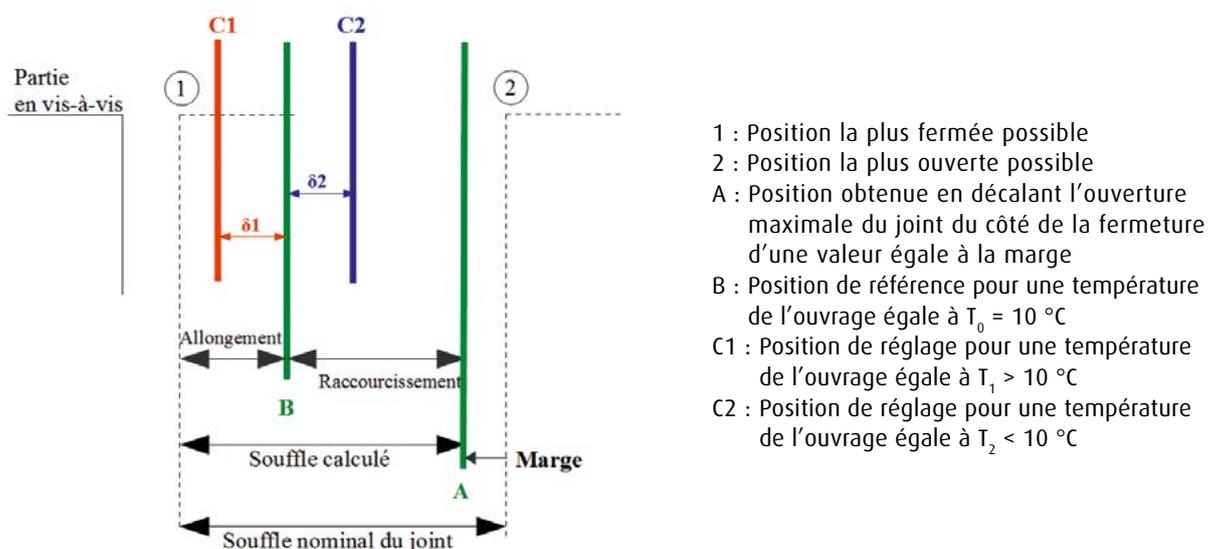
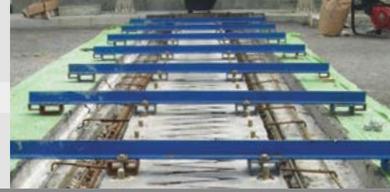


Figure 4-4 : Réglage de l'ouverture à la pose d'un joint de chaussée en fonction de la température de l'ouvrage (T_{0A}) dans le cas où la capacité de souffle du joint est notablement supérieure au souffle calculé



Exemple d'application numérique pour le réglage de l'ouverture du joint à la pose

Le même exemple que celui étudié au chapitre 3 est considéré, avec la différence suivante : le joint est réglable à la pose. Avec $S = 5 \text{ }^\circ\text{C}$, les variations de températures deviennent

$$\Delta T_{k,exp} = 32 + 5 = 37 \text{ }^\circ\text{C} \text{ et } \Delta T_{k,con} = 22 + 5 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$$

D'où les variations de longueurs $\Delta L_{T,exp} = 5,6 \text{ mm}$ et $\Delta L_{T,con} = 4,1 \text{ mm}$.

La combinaison la plus défavorable ELS 2 donne un raccourcissement de 30,6 mm et un allongement de 16,6 mm, soit un souffle total de 47,2 mm. Ces valeurs permettent d'établir la position de référence du joint pour une température de l'ouvrage de $10 \text{ }^\circ\text{C}$ au moment de la pose. Le joint retenu a une capacité de souffle de 50 mm et présente donc une marge de 2,8 mm par rapport au souffle calculé.

Pour une température de l'ouvrage à la pose de $25 \text{ }^\circ\text{C}$, le décalage par rapport à la position de référence vaut :

$$\delta_1 = (T_1 - T_0) \cdot L \cdot \alpha_T = (25 - 10) \times 15 \times 10 \cdot 10^{-6} = 2,3 \text{ mm.}$$

• Pour une température de l'ouvrage à la pose de $0 \text{ }^\circ\text{C}$, le décalage par rapport à la position de référence vaut :

$$\delta_2 = (T_0 - T_2) \cdot L \cdot \alpha_T = (10 - 0) \times 15 \times 10 \cdot 10^{-6} = 1,5 \text{ mm.}$$

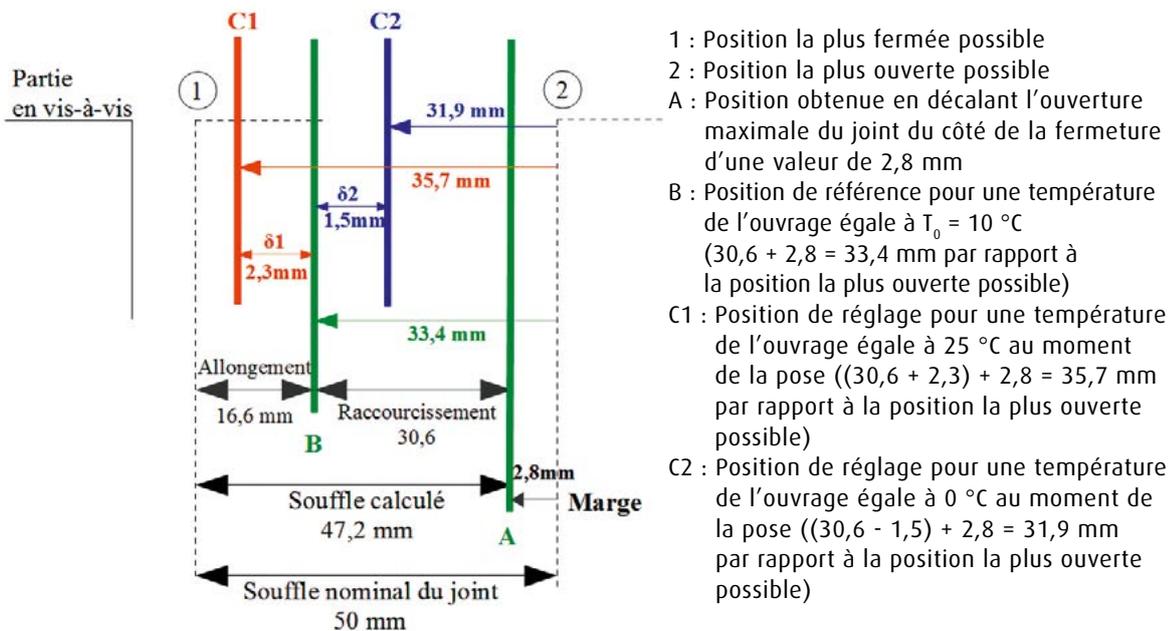


Figure 4-5 : Application numérique du réglage de l'ouverture à la pose d'un joint de chaussée en fonction de la température de l'ouvrage (T_{ov}) dans le cas où la capacité de souffle du joint est notablement supérieure au souffle calculé

On remarque que dans le cas présent, les valeurs de décalage par rapport à la position de référence sont faibles. L'influence sera cependant plus significative dans le cas d'ouvrages de grandes longueurs.

4.1.1.4 - Cas particulier des joints non apparent à revêtement amélioré

De par sa conception ce type de joint n'est pas réglable. Toutefois la période de pose du joint aura une influence sur le souffle réel du joint. En effet le matériau constitutif du joint présente un meilleur comportement lorsqu'il est sollicité en compression plutôt qu'en traction : pour bénéficier du souffle maximal il conviendra donc de réaliser la pose du joint en période de température moyenne ou basse afin de plus solliciter le joint en compression qu'en traction.

De même un joint non apparent à revêtement amélioré réalisé en période chaude n'offrira pas le souffle escompté : il sera sollicité de façon excessive en traction et pourra présenter de la fissuration en service.



4.1.2 - Le calage avec le revêtement adjacent

Le joint de chaussée doit être calé en altimétrie avec une tolérance de 0/-2 mm par rapport au revêtement adjacent. De ce bon calage avec le revêtement dépend en grande partie :

- le confort de l'utilisateur ;
- la minimisation des effets dynamiques sur le joint ;
- et donc la pérennité de ce joint.

Il est très difficile de régler une couche de roulement par rapport à un joint de chaussée en place : la présence du joint de chaussée (et donc d'un profilé métallique rigide) va rompre la continuité et l'homogénéité du revêtement bitumineux et gêner le travail des compacteurs ; la formation d'un bourrelet en amont et d'un creux en aval du joint au passage du compacteur est alors observée (Fig. 4-6).

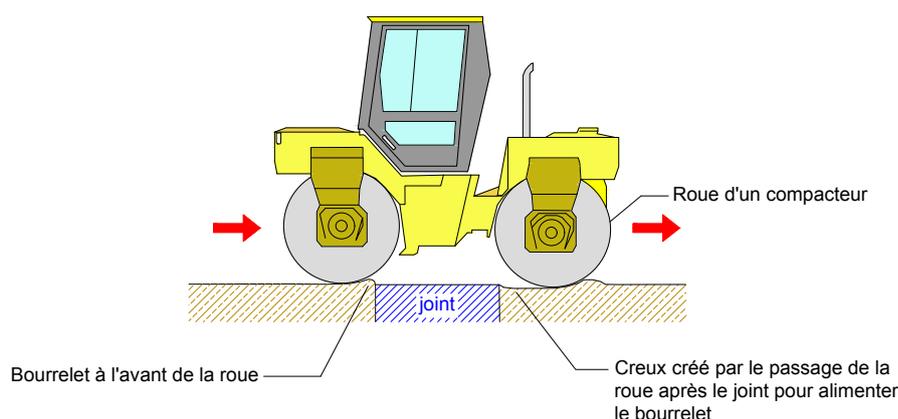


Figure 4-6 : Illustration de la formation de bourrelets du revêtement bitumineux dus au compactage après la mise en œuvre du joint de chaussée

Pour cette raison il convient de réaliser le calage du joint sur le revêtement (et non l'inverse) après réalisation complète du revêtement au droit de la ligne de joint. Les fabricants de joints ont mis au point différentes méthodes de pose permettant ce calage du joint *a posteriori*.

Les différentes méthodes utilisées pour la pose des joints mécaniques (pose en feuillure, en ossature gabarit et dans l'épaisseur du revêtement) ainsi que des joints sous revêtement sont présentées ci-dessous.

4.2 - Les joints sous revêtement

Les joints sous revêtement, aussi dénommés joints non apparents à revêtement normal ou joints sous tapis comportent une série de modèles dont la plupart est basée sur les joints de type JSRE, ou anciennement SEMI-LOURD III, constitués d'une feuille, de cuivre ou de bitume élastomère armé, formant lyre dans le vide du joint, fixée à la structure et prise en sandwich dans l'étanchéité de l'ouvrage. Ils offrent un souffle maximal de 10 mm.

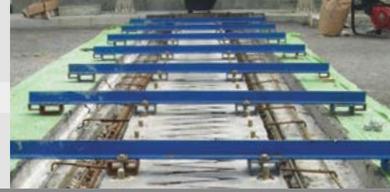
4.2.1 - La réalisation

La technique de pose des joints sous revêtement est détaillée dans les avis techniques correspondants.

La réalisation des joints sous revêtement ne fait pas appel à des produits spécifiques ; elle sera donc confiée à l'entreprise de génie civil qui utilise habituellement ces produits, à savoir l'étanchéur ou l'entreprise de chaussée.

Il n'est pas nécessaire, en règle générale, de prévoir une adaptation particulière (ferrailage, 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'entreprise ou de l'avis technique reprises dans le marché ; ensuite le joint est mis en place selon le processus correspondant à chaque modèle.

Le revêtement recouvrant le joint est le même qu'en section courante et il est mis en œuvre sur cette zone sans prescriptions particulières. Pour certains joints particuliers et suivant les prescriptions de l'entreprise, il peut être mis en œuvre un renforcement de l'enrobé par introduction d'une géogridde par exemple, ce qui permet de mieux répartir l'effet des tractions dans l'enrobé.



Après réalisation de l'enrobé, il peut être réalisé un trait de scie sur l'axe au droit du joint et sur une faible épaisseur de l'enrobé (par exemple: hauteur de moins de 5 cm et largeur 2 cm environ pour enrobé de 10 cm minimum) garni de bitume élastomère qui permettra de diminuer l'altération de l'enrobé (couche de finition) sous les effets de la dilatation et la repartir sur une « génératrice continue ». Ce trait de scie implique de toute évidence la pose de points repères et la connaissance de l'épaisseur de l'enrobé (Fig. 4-7).

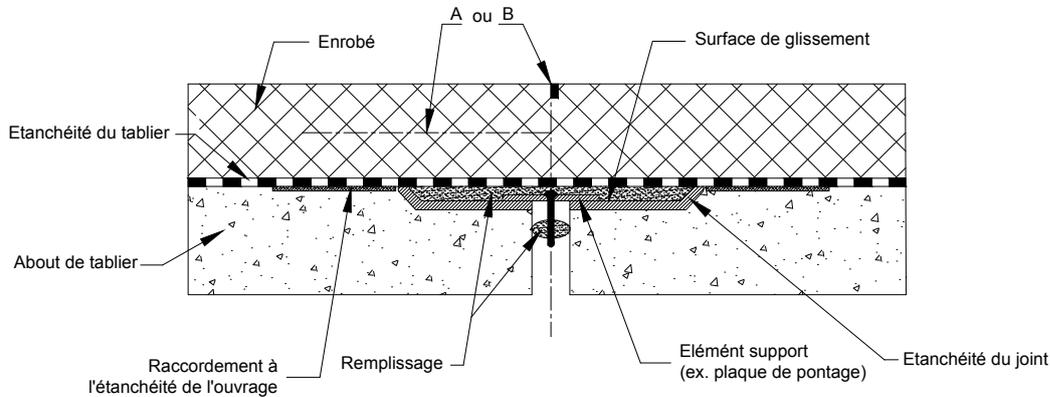


Figure 4-7 : Exemple de joint sous revêtement avec renfort de l'enrobé (A) ou trait de scie (B)

4.3 - Les joints à revêtement amélioré

Coulé en place dans l'épaisseur du revêtement, le joint à revêtement amélioré utilise les propriétés élastiques de ses constituants pour absorber le souffle de l'ouvrage tout en assurant les fonctions de continuité de circulation et d'étanchéité.

4.3.1 - Les étapes successives de la réalisation

La réalisation des joints à revêtement amélioré s'effectue systématiquement après la mise en œuvre du revêtement. Elle comprend les étapes suivantes :

4.3.1.1 - Le sciage

Le sciage s'effectue sur toute l'épaisseur du revêtement (étanchéité + couche de roulement), sur la longueur du joint. La zone délimitée par les traits de scie correspond à la largeur du joint fini (valeur moyenne de 50 cm dans la gamme d'usage courante, pouvant être comprise entre 40 et 60 cm).

4.3.1.2 - La dépose du revêtement - réalisation de la réservation

La dépose du revêtement entre traits de scie doit se faire soigneusement jusqu'au béton de tablier et sans endommager les lèvres du revêtement adjacent. Cette étape doit permettre de vérifier que le trait de scie a bien rencontré la chape d'étanchéité puisque la fermeture de l'étanchéité est réalisée par collage du joint sur la face sciée du revêtement. Dans le cas contraire (cas d'une feuille préfabriquée arrêtée avant l'about de tablier par exemple) un nouveau trait de scie, décalé de 5 cm, devra être réalisé jusqu'à rencontrer la chape d'étanchéité (Fig. 4-8).



Figure 4-8 : Dépose du revêtement au droit du futur joint de chaussée



4.3.1.3 - La préparation de la réservation

La réservation doit être préparée en s'assurant (Fig. 4-9) :

- de la propreté du vide entre éléments de structure ;
- d'un état de surface convenable du béton du tablier : un fini irrégulier est acceptable mais des cavités importantes sont à reprendre par ragréage ponctuel ;
- des dispositions prises pour le relevé du joint au niveau de la bordure de trottoir.



Figure 4-9 : Préparation de la réservation

Mise en place du drain « barbacane »

Le positionnement traditionnel du drain dans l'épaisseur du joint va diminuer l'adhérence joint/revêtement adjacent et compromettre sa durabilité. Aussi il n'est admis pour les joints à revêtement amélioré qu'un drain de type « barbacane » dans une saignée perpendiculaire au joint.

Dans ce cas la fermeture de l'étanchéité générale est assurée au droit du joint par le parfait collage du joint sur les faces sciées du revêtement adjacent. L'eau circulant à l'interface étanchéité/couche de roulement est alors recueillie en point bas du joint par le drain « barbacane » et évacuée à travers le hiatus dans le réseau d'assainissement général de l'ouvrage suivant le schéma de la figure 4-10.

Nota : Pour certaines situations particulières, il peut être envisagé d'assurer le drainage transversal de la chaussée en amont et à distance du joint. Cette disposition doit rester particulière car difficile à réaliser sans endommager l'étanchéité.

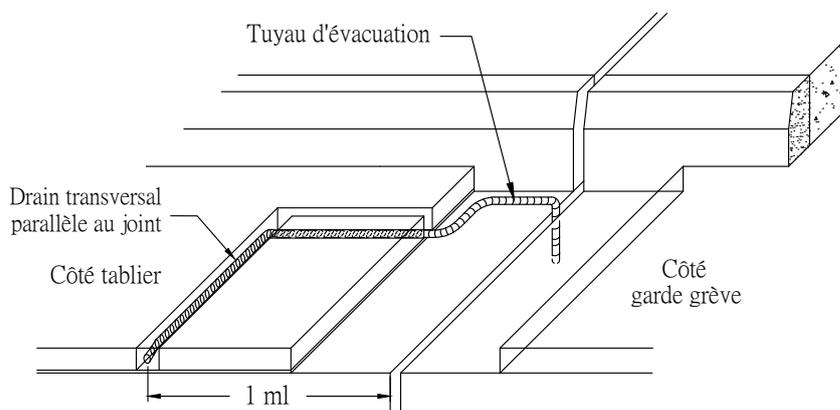
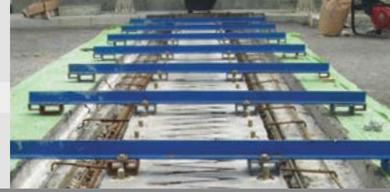


Figure 4-10 : Drain « barbacane »



Préparation à la lance thermopneumatique

Les faces sciées du revêtement adjacent ainsi que le béton de tablier seront préparés à la lance thermopneumatique afin d'éliminer toute trace de poussière et de favoriser l'adhérence du joint (Fig. 4-11).



Figure 4-11 : Lance thermopneumatique

Mise en place du fond de joint

Le fond de joint est inséré dans le hiatus afin d'éviter toute fuite de liant pendant le coulage du joint. Le hiatus au-dessus du fond de joint est ensuite rempli de bitume pur et arasé au niveau du béton de tablier.

Application du primaire

Le primaire d'accrochage (verniss) est appliqué au pinceau ou à la brosse soit uniquement sur le béton soit également sur les faces sciées du revêtement selon les préconisations du fabricant de joint.

Mise en œuvre de la plaque pontage

La plaque de pontage est positionnée à cheval sur le vide entre les éléments de structure en vis-à-vis. Elle est maintenue en place par un dispositif inséré dans le fond de joint.

4.3.1.4 - Le remplissage

Le coulage du joint s'effectue systématiquement par couches successives d'environ 4 cm.

Le liant et les granulats sont chauffés avant mise en œuvre.

La température du liant (bitume polymère) mesurée en sortie du fondoir doit être de l'ordre de 175 °C et toujours inférieure à 200 °C.

Selon le modèle de joint les granulats sont soit déposés dans la réservation puis saturés en liant, soit enrobés de liant lors du chauffage (en malaxeur) puis déposés dans la réservation.

Dans tous les cas la couche mise en place doit être saturée en liant avant de mettre en œuvre la couche suivante.

4.3.1.5 - La finition

La dernière couche ou couche de finition est moins épaisse (entre 1 et 3 cm) et utilise des granulats de plus faible granulométrie (0,31/1,6 à 2/4). Cette couche ne doit pas comporter de liant en excès (Fig. 4-12).



Figure 4-12 : Réalisation de la couche de finition d'un joint à revêtement amélioré

4.3.1.6 - Les joints de trottoir

À chaque joint de chaussée correspond un joint de trottoir associé. D'une manière générale le joint de trottoir reprend le principe de fonctionnement du joint de chaussée (reposant sur les capacités élastiques du matériau) sur la totalité de l'épaisseur du trottoir ou sur une épaisseur réduite (toujours supérieure à 50 mm).

La liaison entre le joint de chaussée et le joint de trottoir se fait par adhérence (coulage à chaud) en arrière de la bordure de trottoir. L'espace entre les bordures de trottoir en vis-à-vis au droit du joint est ponté par un mastic afin d'éviter les fuites de liant.

4.3.2 - Cas de la pose en remplacement

Le joint à revêtement amélioré peut être mis en place en remplacement d'un joint mécanique si le souffle de l'ouvrage le permet (une fois les déformations liées au retrait/fluage effectuées par exemple). Dans ce cas le joint en place doit être déposé après sciage du revêtement adjacent de part et d'autre des solins béton (environ 5 cm de part et d'autre). Cette dépose peut conduire, dans le cas de solin de grandes dimensions, à créer une réservation de grande largeur (supérieure à 50-60 cm) incompatible avec la mise en œuvre d'un joint de chaussée à revêtement amélioré.

Il convient alors de reprendre la chape d'étanchéité et la couche de roulement conformément aux figures 4-13 à 4-17 afin de se ramener à la configuration de pose sur ouvrage neuf :

- dépose du joint en place par l'entreprise poseur du joint (Fig. 4-13) ;

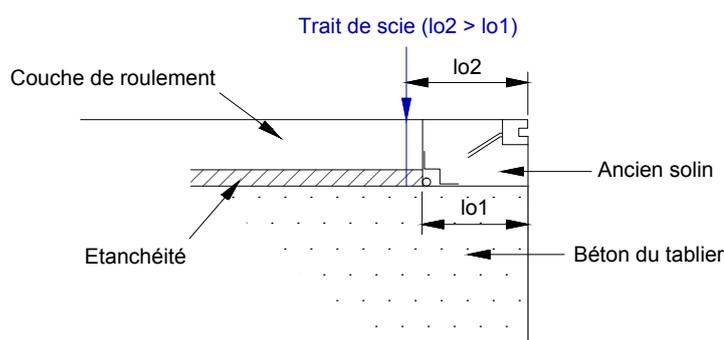
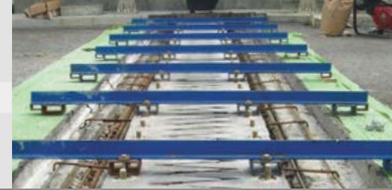


Figure 4-13 : Dépose du joint en place par l'entreprise poseur du joint

- création de la feuillure dans le cas d'une pose en feuillure par l'entreprise poseur du joint ;
- préparation soignée du support, réalisation de l'étanchéité et coulage de bitume d'asphalte pour liaison à l'étanchéité de l'ouvrage par l'entreprise poseur de joint ;



- remplissage provisoire de la réservation (Fig. 4-14) ;

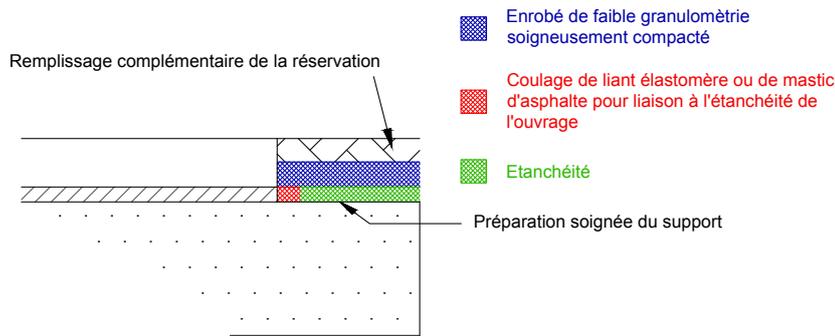


Figure 4-14 : Remplissage provisoire de la réservation

- fraisage et réfection des enrobés par l'entreprise routière (Fig. 4-15) ;

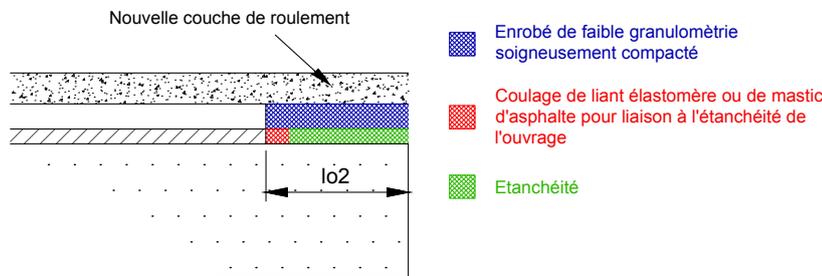


Figure 4-15 : Fraisage et réfection des enrobés par l'entreprise routière

- sciage des enrobés par l'entreprise poseur du joint (Fig. 4-16) ;

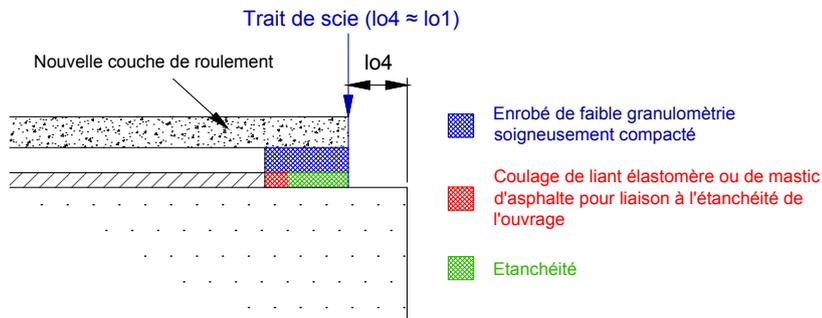


Figure 4-16 : Sciage des enrobés par l'entreprise poseur du joint

- préparation de la nouvelle réservation par l'entreprise poseur du joint (Fig. 4-17).

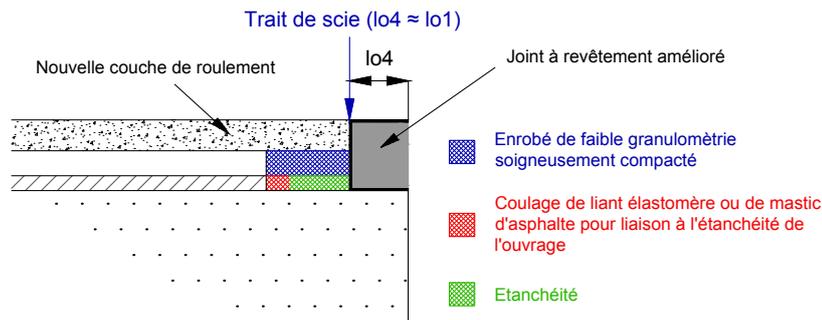


Figure 4-17 : Pose du joint à revêtement amélioré



4.4 - Les joints mécaniques

4.4.1 - Joints mécaniques posés en feuillure

La pose en feuillure concerne l'ensemble des joints mécaniques (à lèvres, à bande, cantilever, à plaque appuyée). Elle consiste à ménager une réservation (ou feuillure), en about de tablier et de garde-grève, destinée à recevoir le joint de chaussée et comportant des armatures en attente pour assurer la liaison tablier/joint de chaussée.

4.4.1.1 - Les matériaux

Les éléments de joint

Il s'agit de profilés métalliques ou élastomères préfabriqués en usine. Ils peuvent être standards ou adaptés à l'ouvrage (cas des joints à dents pour ouvrages biais).

Ils comportent systématiquement des éléments de trottoir adaptés (relevé, joint de trottoir).

Le ferrailage

Le ferrailage complémentaire est constitué de cadres et de filants en acier HA. Leur nombre et position sont définis dans les plans d'exécution établis par les fabricants de joints.

Le drainage

La fermeture de l'étanchéité au droit du joint et le drainage sont réalisés par une feuille de bitume armé et un drain ressort inox (ou drain rectangle).

Le béton d'ancrage

Il s'agit d'un béton hydraulique destiné à lier le joint de chaussée au tablier.

D'un point de vue de la durabilité, la formule du béton d'ancrage doit répondre aux exigences de composition résultant des classes d'exposition définie dans le chapitre 3, §3.5.3.

De plus, la résistance mécanique du béton d'ancrage doit être compatible avec les conditions spécifiées de pose du joint.

Le solin

Le solin matérialise la liaison entre le joint de chaussée et le revêtement adjacent. Il est recommandé que le solin soit constitué par le béton d'ancrage qui est arasé au niveau du revêtement adjacent.

4.4.1.2 - Les étapes successives de la réalisation

La pose en feuillure s'effectue systématiquement après la mise en œuvre du revêtement. Elle comprend les étapes suivantes :

La réservation

La réservation ou feuillure (Fig. 4-18), dont les dimensions sont précisées dans les fiches produits et les avis techniques des différents modèles de joint, est réalisée à chaque extrémité de tablier et/ou sur le mur garde-grève lors de la réalisation du tablier. Des armatures en attente sont prévues dans cette réservation pour assurer la liaison tablier/joint de chaussée.

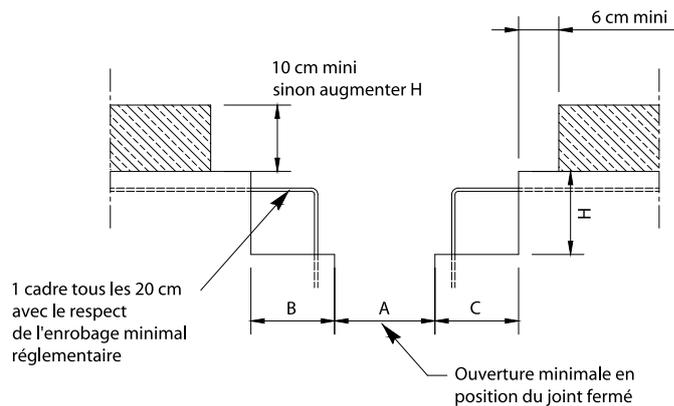
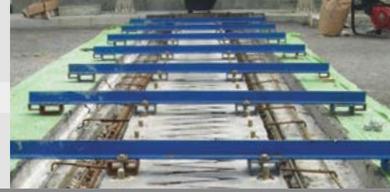


Figure 4-18 : Schéma type d'une feuillure

En phase provisoire (avant réalisation du joint de chaussée) le hiatus est ponté par une planche et la réservation est remplie avec un matériau facile à déposer ultérieurement et qui présente une bonne tenue à la circulation de chantier et parfois de service, comme une grave ciment ou un béton maigre ou éventuellement des gravillons mais à condition de les protéger par un matériau qui ne pourra pas être emporté lors de la réalisation des enrobés.

Réalisation de l'étanchéité et de la couche de roulement

L'étanchéité et la couche de roulement sont réalisées classiquement et de façon continue au droit du joint de chaussée, ce qui permet d'obtenir une qualité de revêtement (compacité, confort, planéité) homogène sur ouvrages et dans les zones adjacentes.

Dans le cas des joints d'about d'ouvrage (sur culée) l'étanchéité générale de l'ouvrage est mise en œuvre à minima jusqu'à la réservation ou jusqu'au hiatus.

Le sciage du revêtement

Le revêtement fini (étanchéité + couche de roulement) est scié de part et d'autre du joint pour dégager la zone de pose. La largeur de cette zone est adaptée pour découvrir la totalité de la feuillure augmentée de 5 à 6 cm de part et d'autre. Il convient d'effectuer des sondages préalables pour caler la profondeur de sciage et éviter la dégradation du béton de l'extrados.

La couche de roulement est ensuite déposée à la pioche et/ou au marteau piqueur ainsi que le matériau de remplissage provisoire de la feuillure, en veillant à ne pas abîmer les arêtes du revêtement (si tel n'était pas le cas il faudrait procéder à un nouveau trait de scie).

La réservation est alors parfaitement nettoyée (repiquage éventuel du béton de tablier et soufflage).

Coffrage et pose du drain

Un coffrage doit être mis en œuvre afin de maintenir un hiatus au droit du joint et éviter toute coulure lors du bétonnage. L'épaisseur de ce coffrage est fonction de l'ouverture du vide réel qui devrait correspondre à celle qui a été définie par la note de calcul en fonction de la température au moment de la pose.

Ce coffrage est traditionnellement réalisé en polystyrène ; toutefois pour les ouvertures supérieures à 6 cm, il est recommandé d'utiliser un complexe plus rigide, par exemple de réaliser un sandwich de polystyrène et de contreplaqué.

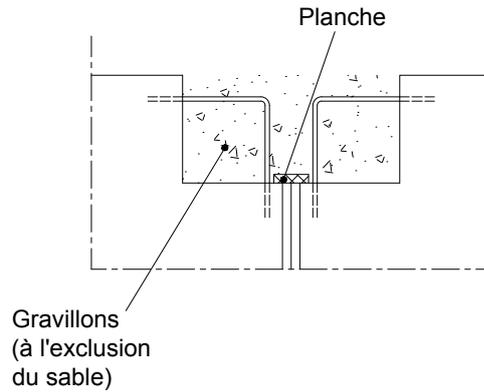
Ce coffrage devra impérativement être déposé après réalisation du joint.

La pose du joint après mise en œuvre du revêtement entraîne une coupe de l'étanchéité et donc un risque de contournement de la chape d'étanchéité. Il faut donc « fermer » l'étanchéité au droit du joint de chaussée et drainer cette zone.

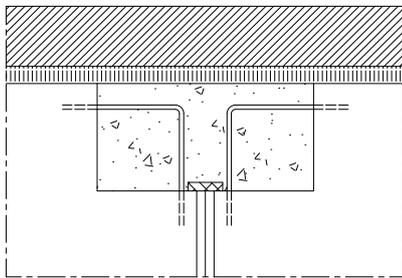
Dans le cas de solin béton, la mise en œuvre du drain intervient à cette étape. Sa pose s'effectue sur un lit de bitume pur (permettant d'étancher sous le drain et de positionner le drain par rapport à l'étanchéité courante, (voir figures 4-19 et 4-20) et la fermeture de l'étanchéité est réalisée au moyen d'une feuille de bitume armé collée sur la face sciée du revêtement selon les dispositions ci-dessous.



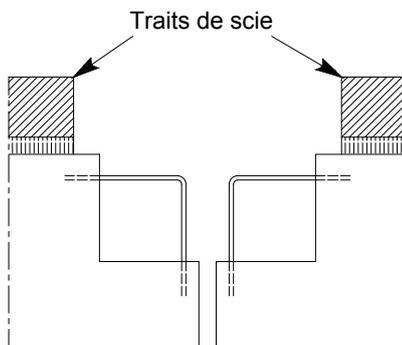
a) Protection de la feuillure par remplissage par des gravillons ou, éventuellement, des madriers



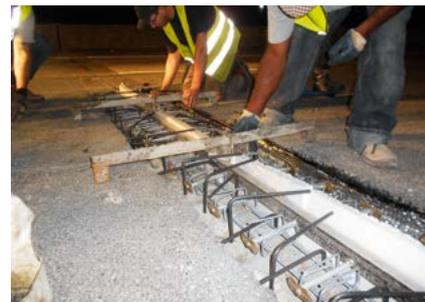
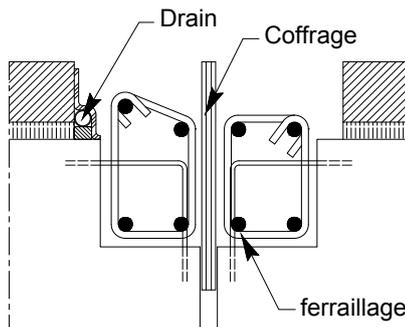
b) Mise en œuvre de l'étanchéité et de la couche de roulement

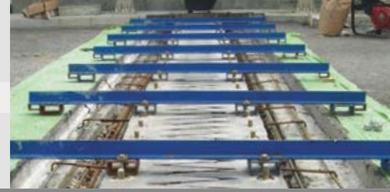


c) Sciage, découpage des couches de la chaussée et dégagement de la feuillure

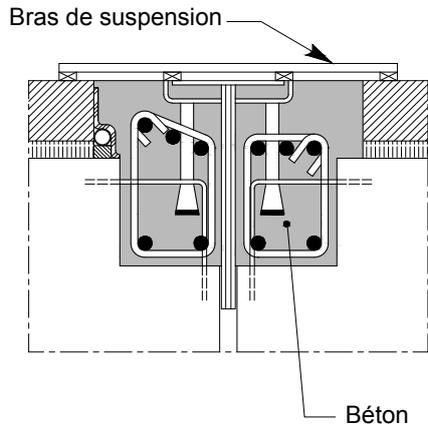


d) Mise en place du coffrage (par polystyrène expansé ou contreplaqué) et du ferrailage complémentaire
 Dans le cas des solins béton : pose du drain éventuel et fermeture de l'étanchéité de l'ouvrage





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



f) Serrage ou mise en tension des ancrages.



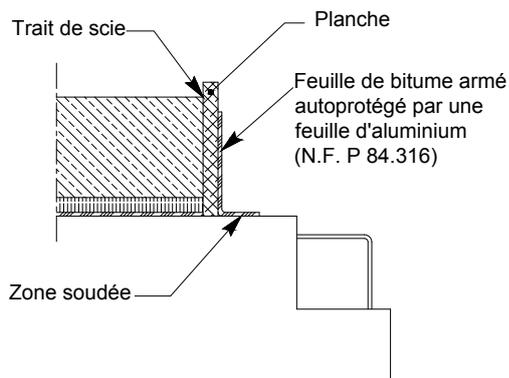
g) Mise en place éventuelle du profilé caoutchouc



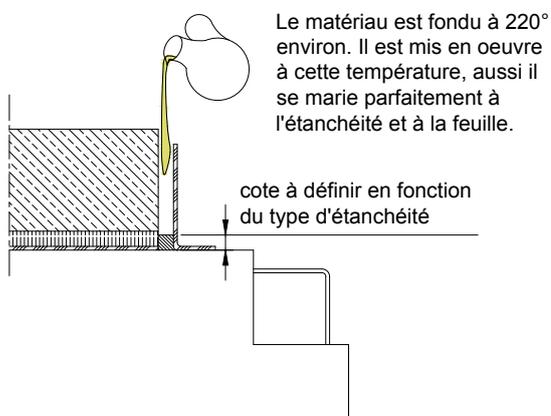
Figure 4-19 : Les étapes de mise en œuvre d'un joint de chaussée mécanique posé en feuillure



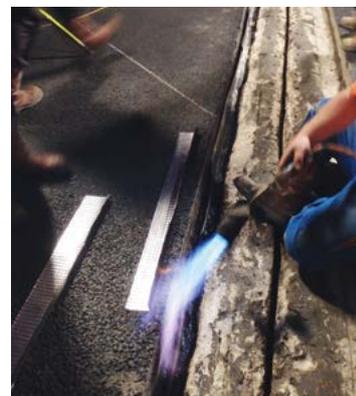
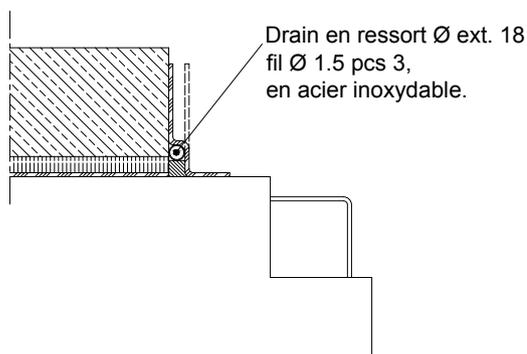
a) Mise en place de la feuille de bitume armé



b) Jonction étanchéité - feuille



c) Mise en place du drain



d) Bétonnage de la longrine d'ancrage et du solin

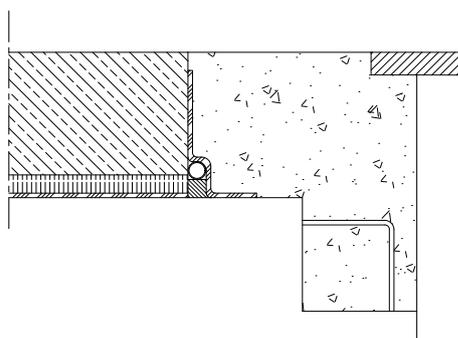
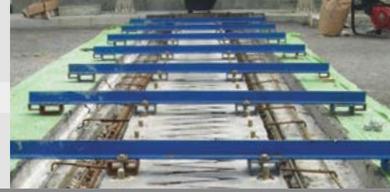


Figure 4-20 : Les étapes de la fermeture de l'étanchéité et de la pose du drain dans le cas d'un solin béton



Le drain doit être poursuivi jusqu'au relevé d'étanchéité (derrière la bordure de trottoir ou sur la contre corniche) puis raccordé à l'évacuation générale des eaux de l'ouvrage (Fig. 4-21). Pour cela il est raccordé au drain longitudinal latéral et évacué dans le hiatus jusqu'au réseau général d'assainissement de l'ouvrage. Le drain longitudinal doit être tubé lors de la traversée du solin afin d'éviter toute fuite d'eau dans ce solin. Il est conseillé de vérifier la configuration et le fonctionnement du joint avant le coulage du solin, par exemple en le faisant ressortir au point haut de manière à y introduire de l'eau (Fig. 4-22).



Figure 4-21 : Fermeture de l'étanchéité et mise en place de l'évacuation du drain derrière la bordure



Figure 4-22 : Test du bon fonctionnement du drain

La mise en place du ferrailage

Le ferrailage est mis en œuvre conformément au plan d'exécution établi par le poseur de joint sur la base des préconisations du fabricant et réalisé conformément aux règles en vigueur (Eurocode 2 [5] + fascicule 65 [30]). Toute adaptation de celui-ci nécessaire à l'exécution doit être validée par le maître d'œuvre.

Ce ferrailage doit permettre la transmission des efforts du joint au tablier ; il devra donc être parfaitement relié aux armatures en attente.

L'enrobage nominal du ferrailage complémentaire de la longrine d'ancrage pourra être inférieur à celui retenu pour le ferrailage du tablier, en raison d'une durée d'utilisation du joint de chaussée inférieure à la durée d'utilisation de projet de l'ouvrage (qui permet une minoration de la classe structurale, cf. NF EN1992-1-1/NA, tableau 4.3NF [5]).



La mise en place des éléments de joints de chaussée et de trottoir

Les éléments de joints sont positionnés à l'aide de bras de suspension : les douilles d'ancrage sont correctement positionnées vis-à-vis du ferrailage en place et l'ouverture du joint est calée selon l'ouverture définie par la note de calcul en fonction de la température de l'ouvrage avant solidarisation des parties en vis-à-vis.

Le réglage en altimétrie du joint se fait à 0/-2 mm par rapport au revêtement adjacent.

Cette étape constitue un **point d'arrêt** (voir chapitre 5, §5.6).

Le bétonnage

Le béton d'ancrage est coulé dans les feuillures de part et d'autre du coffrage.

Le béton est mis en œuvre avec des méthodes similaires à celles utilisées pour le tablier (vibration, protection contre la dessiccation, confection d'éprouvettes de contrôle) et arrêté au niveau du revêtement adjacent dans le cas de solin béton.

Avant la prise du béton les éléments de joints en vis-à-vis seront désolidarisés pour ne pas fissurer le béton d'ancrage lors des mouvements liés aux variations de température quotidiennes.

Le serrage

Le serrage définitif des ancrages s'effectue au couple prescrit (à la clé dynamométrique) une fois la résistance visée du béton d'ancrage obtenue.

Conseils de finition

Il est souhaitable de procéder au remplissage/pontage des interfaces profilé/solin et solin/béton bitumineux à l'aide d'un produit de pontage (bitume élastomère).

4.4.1.3 - Cas de la pose en remplacement

Cette technique s'applique essentiellement sur ouvrage neuf mais peut être envisagée sur ouvrage en service pour le remplacement de joints de chaussée (uniquement par récupération d'une feuillure existante). Dans ce cas la réservation sera recrée préférentiellement par hydrodémolition afin de conserver les armatures de liaison avec le tablier. Toutefois, la création d'une feuillure sur un ouvrage n'en étant pas équipé initialement est impossible. Il convient d'être très vigilant pour ne pas endommager l'extrémité du tablier lors de l'opération d'hydrodémolition destinée à récupérer une feuillure existante. En effet, cette opération, si elle est mal conduite, peut mettre en cause les éléments de structure sous-jacents (ancrage des câbles de précontrainte, armatures, éléments de structure métalliques...).

4.4.2 - Pose en ossature gabarit

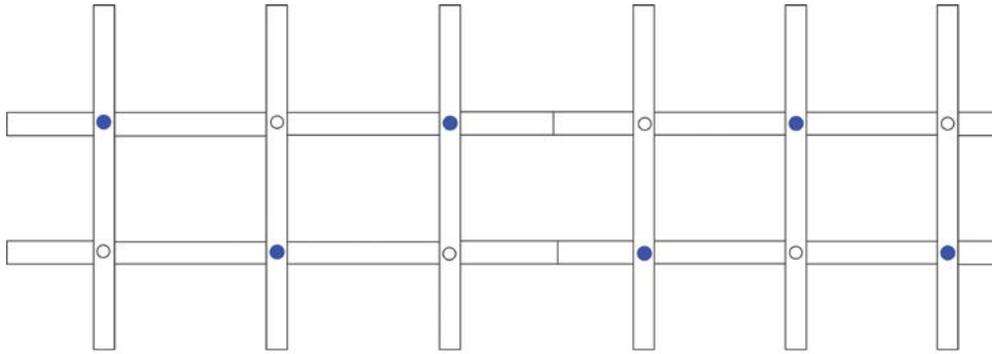
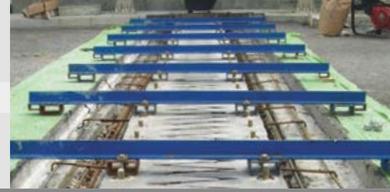
La pose des joints en ossature gabarit consiste à poser le joint de dilatation sur l'ensemble des ancrages préalablement installés, réglés dans la structure porteuse et bétonnés en même temps que celle-ci. Cette méthode est utilisée notamment pour la pose de joints cantilever ou de joints à bande dans le cas de grands ouvrages.

4.4.2.1 - Définition et mise en œuvre des ossatures gabarits

Les ossatures gabarits sont destinées à matérialiser au moment du bétonnage de la structure l'implantation des tiges de fixation précontraintes. Elles sont constituées d'éléments métalliques équipés de guides disposés à intervalles réguliers. Le montage des tiges de précontrainte sur les ossatures gabarits se fait soit en atelier soit sur site.

Ces éléments sont mis en œuvre dans le ferrailage de la structure à la cote prévue par la note de calcul, qui détermine l'ouverture du joint à la pose. Ensuite cette zone est bétonnée en même temps que la dalle ou le hourdis de l'ouvrage. Auparavant, les extrémités des tiges dépassant des ossatures gabarits auront été protégées contre l'introduction de laitance.

Suivant les conditions de prise du béton il peut être nécessaire de desserrer en quinconce un ancrage sur deux fixés aux règles de pose car les mouvements du tablier dus aux variations de température, retrait et fluage, sollicitent les ancrages et peuvent fissurer le béton (Fig. 4-23).



- Ancrages à desserrer

Figure 4-23 : Vue de dessus, bras de pose plus ossature gabarit

Dès que le durcissement du béton le permet, les règles de pose et les tiges provisoires sont démontées (② de la figure 4-24). Les ancrages reçoivent une protection provisoire 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 (③ de la figure 4-24). Les bouchons en polystyrène n'ont aucune efficacité et sont donc à déconseiller.

4.4.2.2 - Étapes successives de pose du joint de chaussée

Les étapes qui suivent sont similaires à celles détaillées au paragraphe « *Les étapes successives de la réalisation* » (§4.4.1.2), c'est-à-dire que le poseur de joint n'intervient alors qu'une fois la mise en œuvre de l'étanchéité et du revêtement de chaussée effectuée.

- a) Ces opérations, décrites au paragraphe « *La dépose du revêtement* » (§4.3.1.2), effectuées, le sciage du revêtement (④ de la figure 4-24) et le nettoyage de la zone sont effectués comme décrit au paragraphe « *Le sciage du revêtement* » (§4.4.1.2).
- b) Une fois la protection provisoire des douilles d'ancrages retirée, les tiges définitives entièrement graissées sont mises en œuvre. Il est nécessaire que les tiges dépassent de la surface de roulement, et ce d'une longueur suffisante dans le cas d'une mise en tension par des vérins.

Afin de protéger les tiges lors de la mise en œuvre du mortier de pose, il convient de mettre en place des gaines de réservation sur la hauteur du mortier de matage (par exemple gaines télescopiques en PVC).

- c) Le vide du joint est colmaté comme décrit dans le paragraphe « *La réservation* » (§4.4.1.2), et la pose du drain est effectuée.
- d) La mise en œuvre du mortier de calage permet de régler les éléments du joint enfilés dans les tiges d'ancrage, de façon à ce que la partie supérieure de ces éléments soit comprise entre 0 et -2 mm vis-à-vis du plan défini par les deux arêtes sciées du tapis. Il est envisageable de descendre en dessous des -2 mm 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 (⑤ de la figure 4-24).

Ce réglage se fera à l'aide d'un mortier ou d'un micro béton. Il est signalé que de nombreux désordres de tenue de joint ont pour origine des défauts de mortier de calage. Il devra donc être de qualité très soignée et correctement dosé et mis en œuvre.

En cas de pose, avec maintien de trafic sur l'ouvrage pendant la prise du mortier de calage des éléments (par demi-chaussée par exemple), il est conseillé, pour éviter un affaissement de ce mortier, de prendre des précautions : supports des éléments, calage final par une couche de liant époxy ou similaire, etc.

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.

- e) La reprise de la chape d'étanchéité est effectuée généralement par l'asphalteur (⑥ de la figure 4-24). Il est à noter que ce mode de pose ne permet que la technique « *Solin asphalte* », des essais de solin avec d'autres matériaux n'en sont restés qu'au stade expérimental avec de nombreux échecs.

L'utilisation d'asphalte gravillonné pour les solins de raccordement nécessite une attention particulière à la fabrication et au transport pour obtenir un résultat satisfaisant en raison des faibles quantités mises en œuvre.

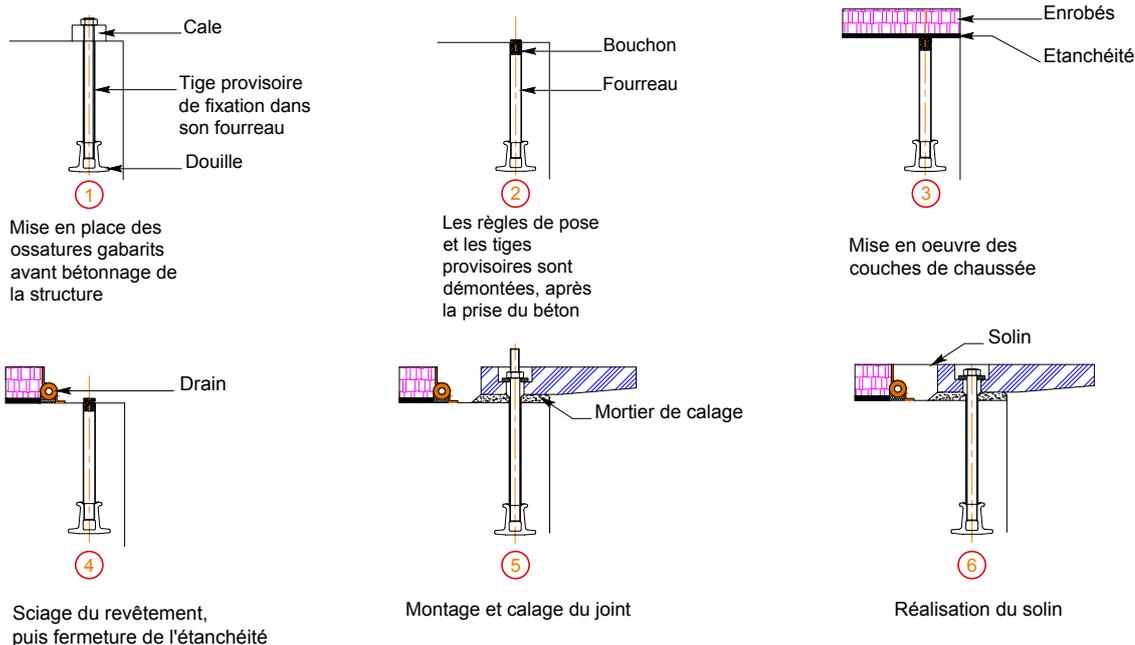


Figure 4-24 : Descriptif des étapes de pose

4.4.2.3 - Particularités de ce mode de pose

Cette méthode présente l'avantage de :

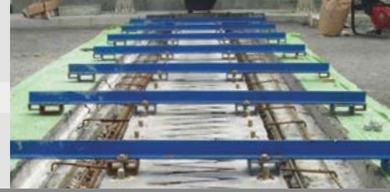
- ne pas avoir à ménager une réservation dans la structure avec tous les risques de mauvaise exécution de celle-ci que cela comporte : mauvaise position du ferrailage en attente de la structure, souillures, dimensions non conformes de la feuillure, etc. ;
- disposer d'un béton monolithique, sans reprise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

Cependant cette méthode présente également des inconvénients :

- malgré une notice de pose accompagnant les ancrages, le personnel réalisant la structure ne travaille pas avec autant de précautions que le spécialiste poseur de 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 les possibilités d'erreurs soient réduites au maximum ;
- l'absence du bénéfice d'une partie du retrait fluage au moment de la pose du joint ;
- l'obligation de recourir à un mortier de calage avec tous les problèmes déjà cités (§4.4.2.2) ;
- 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 grand donc plus onéreux ;
- la particularité de cette mise en œuvre de joint sur un ouvrage peut contraindre le gestionnaire lors d'un renouvellement à reprendre le même modèle. Cela est d'autant plus vrai pour des ouvrages métalliques où, pour des soucis de continuité d'étanchéité aux abords des logements des tiges de fixation, le renouvellement du modèle de joint posé auparavant est privilégié.

4.4.3 - Pose dans l'épaisseur du revêtement

Cette méthode est particulièrement adaptée au remplacement de joints de chaussées sur des ponts existants ou pour lesquels une feuillure n'a pu être réalisée. Cette pose peut se faire soit par la mise en œuvre d'un solin collé, soit par un solin ancré.



4.4.3.1 - Mise en œuvre d'un solin collé

Principe de la méthode

Le solin en mortier, à liant amélioré ou non par une résine, est lié par adhérence au support béton de l'ouvrage, tout en étant arasé au niveau de la chaussée. L'adhérence peut éventuellement être complétée, en particulier dans le cas de forts trafics, par des aciers scellés dans le béton de l'ouvrage.

Étapes successives de la pose

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 au §4.4.1.2.

Mise en œuvre des couches de chaussée

Les opérations de mise en œuvre de la couche étanchéité, du revêtement, de dégagement et nettoyage de la zone d'ancrage sont effectuées conformément au §4.4.1.2.

Préparation de surface du béton de l'ouvrage

Une fois le matériau de remplissage de la zone de pose du joint dégagé, la surface du béton est parfaitement nettoyée. Si nécessaire les surfaces de béton sont préparées par un repiquage léger et un soufflage, conformément aux règles de reprise de bétonnage, afin de débarrasser ces faces des matières sans cohésion.

Pose du drain

La mise en œuvre de résine sur le support et sur la tranche des différentes couches de chaussée assure une fermeture correcte de l'étanchéité par collage. Il ne reste plus qu'à mettre en œuvre un drain afin de recueillir les eaux qui percolent dans le revêtement bitumineux. Le drain est disposé parallèlement au joint à la jonction couche de chaussée/solin (Fig. 4-25).

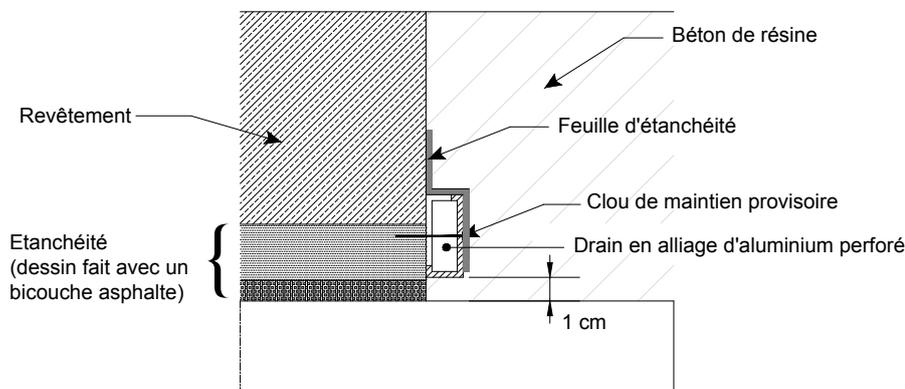


Figure 4-25 : Fixation du drain et fermeture de l'étanchéité

Une fois posé le drain doit être relié au dispositif général de recueil des eaux de l'ouvrage.

Préparation du coffrage

Le coffrage du vide est généralement réalisé à l'aide d'un polystyrène expansé, ce coffrage ne doit pas se déformer sous le poids du produit mis en œuvre et être étanche pour éviter les fuites. L'utilisation d'une classe 3 (densité 16 à 20 kg/m³) est hautement recommandée car elle travaille mieux et donne moins de déchets gênants et polluants qu'une classe 1 (densité type 9 à 13 kg/m³).

À partir d'un hiatus de 6 cm se référer aux dispositions du §4.4.1.2.

Le type de coffrage est à adapter à la technique du joint, et son épaisseur, correspondant à la largeur du vide, est définie par la note de calcul en fonction de la température au moment de la pose.

Afin d'éviter que le béton de résine adhère au coffrage, il y a lieu de mettre en place une feuille de polyane maintenue sur les faces en contact avec ce matériau.



Dans le cas de mise en œuvre de joints comportant un remplissage/profilé d'étanchéité fixé à des éléments métalliques le coffrage est arrêté au niveau inférieur de ces profilés.

Dans le cas d'un joint avec un remplissage du vide en mousse d'élastomère, en profilé extrudé ou en mastic pâteux directement en contact avec le béton de résine, le coffrage comporte dans sa partie supérieure la forme du profil. Ainsi suite au décoffrage le logement dégagé servira à introduire le remplissage.

La dépose du coffrage en polystyrène est hautement recommandée, les techniques à remplissage non démontable sont déconseillées.

Pose et réglage des joints

Pour les joints comportant un profilé d'étanchéité fixé à des éléments métalliques, ceux-ci sont calés et maintenus en ouverture, par des bras de pose, à la cote prévue par la note de calcul. Le réglage de ces éléments en altitude vis-à-vis de la partie supérieure du revêtement de chaussée doit être à une cote comprise entre 0 et -2 mm.

Mise en œuvre du solin collé

Avant coulage des solins, il y a lieu de prévoir une protection de la couche de roulement de part et d'autre du joint. Le matériau est préparé et mis en œuvre selon les prescriptions du fabricant. Dans le cas d'utilisation d'un béton de résine, sa mise en œuvre doit se faire après la pose d'une couche d'accrochage. Cette couche d'accrochage est appliquée sur les parois des enrobés et sur un béton soigneusement nettoyé et sec. Pour une bonne mise en œuvre de la couche d'accrochage, il est préférable de réaliser cette opération avant la mise en place des éléments de joint dans la feuillure. Il convient de s'assurer de la non polymérisation complète de la couche d'accrochage avant l'opération de remplissage.

Le remplissage du joint par un béton de résine est une opération délicate, de sa bonne exécution dépendent :

- sa durabilité ;
- son confort ;
- son bon fonctionnement.

La fabrication du béton de résine nécessite de respecter les préconisations des fiches techniques du fabricant et notamment sa durée pratique d'utilisation (DPU) qui dépend de la température. En cas de température élevée, des précautions particulières doivent être prises (réduction des quantités, refroidissement, décalage de la période de bétonnage...).

La finition de surface se fait à la taloche métallique, le niveau de remplissage se raccorde à l'arête supérieure du revêtement de chaussée.

Opérations de finition

Une fois que le solin a atteint une résistance mécanique suffisante, les bras de pose ainsi que le coffrage sont déposés.

Afin d'assurer l'étanchéité entre deux éléments du joint, le profilé en élastomère est mis en œuvre et inséré dans les logements prévus à cet effet et ce après qu'ils aient été soigneusement nettoyés. La continuité du profilé doit être assurée (toute coupure et rabotage doit être interdite).

Dans certains cas, des dispositifs complémentaires d'évacuation des eaux peuvent être mis en place (chéneaux, etc.).

Conseils de finition

Il est souhaitable de procéder au remplissage/pontage des interfaces profilé/solin et solin/béton bitumineux à l'aide d'un produit de pontage (bitume élastomère).

4.4.3.2 - Mise en œuvre de solins ancrés mécaniquement dans le support

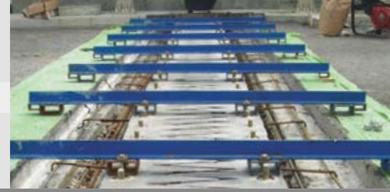
Principe de la méthode

Le solin en béton est ancré à la structure par l'intermédiaire d'aciers ou de tiges scellées dans des trous forés au support béton de l'ouvrage.

Etapes successives de la pose

About de la structure, mise en œuvre des couches de chaussée, préparation de la surface béton de l'ouvrage

L'about de la structure reçoit la même préparation que celle prévue au §4.4.1.2. Les opérations de mise en œuvre des couches de chaussée, de sciage et nettoyage de la zone d'ancrage sont les mêmes que celles décrites précédemment.



Préparation du coffrage

Le hiatus sera obturé par la mise en place d'un matériau tel que défini dans le §4.4.1.2, dont l'épaisseur, correspondant à la largeur du vide, sera conforme au réglage en ouverture du joint.

Réalisation des forages

La profondeur et le diamètre des forages seront fonction des aciers à ancrer, du produit de scellement et de la résistance du béton de structure.

Le positionnement des forages est fonction :

- de la position supposée du ferrailage de la structure, celui-ci peut être déterminé soit à partir des plans d'exécution soit avec l'utilisation d'un détecteur d'armatures ;
- du modèle du joint à poser, ainsi que de son ouverture (qui sera définie par la note de calcul en fonction de la température au moment de la pose).

Une fois le repérage des différents forages réalisé, il est procédé à l'exécution des trous à l'aide d'un outil adapté (foreuse à roto-percussion, carotteuse...) (Fig. 4-26 et 4-28).

Un soufflage de chaque trou sera réalisé pour éliminer les sédiments et assurer la propreté du forage (si nécessaire un séchage au chalumeau sera effectué).



Figure 4-26 : Exécution d'un forage (photo) Préparation de la réservation : percement pour scellement des armatures d'ancrage du joint

À l'aide d'un pistolet d'injection (Fig. 4-27), le produit de scellement (généralement une résine époxy) est appliqué dans les trous forés et nettoyés, puis les tiges filetées ou aciers d'ancrage sont insérés. Le serrage définitif s'effectue après durcissement de la résine avec une clé dynamométrique ou vérin.



Figure 4-27 : Injection de produit de scellement dans les trous d'ancrage



Mise en œuvre du solin

Les opérations suivantes sont similaires à celles de la méthode de pose précédente à savoir :

- le calage vertical des joints (Fig. 4-28) ;
- pose du drain et fermeture de l'étanchéité ;
- la liaison à l'étanchéité se fait par la technique décrite pour le solin béton de ciment (cf. Chapitre 2, §2.2.2.2).

Le solin est alors coulé.

Opérations de finition

Une fois que le solin a atteint une résistance mécanique suffisante, et pour les joints qui le nécessitent, une mise en tension des tiges d'ancrage est effectuée, puis les bras de pose ainsi que le coffrage sont déposés.

Une protection complémentaire des têtes d'ancrages accessibles est mise en œuvre (peinture anticorrosion, bitume...).

Afin d'assurer l'étanchéité entre deux éléments du joint, le profilé en élastomère est mis en œuvre et inséré dans les logements prévus à cet effet et ce après qu'ils aient été soigneusement nettoyés. La continuité du profilé doit être assurée (toute coupure et tout rabotage doivent être interdits).

Dans certains cas, des dispositifs complémentaires d'évacuation des eaux peuvent être mis en place (chéneaux, etc.).

Conseils de finition

Il est souhaitable de procéder au remplissage/pontage des interfaces profilé/solin et solin/béton bitumineux à l'aide d'un produit de pontage (bitume élastomère).



Figure 4-28 : Mise en œuvre d'une longrine en mortier avec scellement d'aciers passifs

4.5 - Le cas d'un tablier métallique à dalle orthotrope

Ce type de tablier est équipé de joints mécaniques.

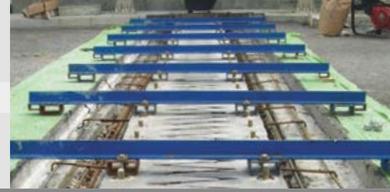
La liaison mécanique des éléments de joint à la structure de la dalle orthotrope peut être assurée de deux façons différentes, décrites ci-après.

4.5.1 - Fixation mécanique par « boulonnage » sur tôle support

Ce type de fixation (Fig. 4-29) est assuré au moyen de tiges d'ancrage et de douilles fixées sur une tôle support située en prolongation de la dalle et liaisonnée par soudage à l'entretoise d'extrémité. Le niveau de la tôle support est adapté au type de joint et à l'épaisseur du revêtement prévu au projet. Cette tôle support du joint est, selon les modèles de joints et les efforts à reprendre :

- soit supportée par des raidisseurs répartis transversalement sur la largeur de l'ouvrage et soudés sur l'entretoise d'extrémité ;
- soit constituée par la tôle supérieure d'un caisson ouvert raidi et soudé sur l'entretoise d'extrémité.

Le perçage de la tôle support est adapté à la répartition et au diamètre des tiges filetées du modèle de joint destiné à équiper l'ouvrage.



Les douilles sont constituées de tubes de longueur adaptée aux tiges du modèle de joint et prolongés par un carré ou cylindre fileté. Ces douilles sont fixées par soudage à la tôle support.

Le calage altimétrique et le réglage du joint à la pose peut être réalisé au moyen d'un mortier de calage ou de tôles métalliques.

La fixation de l'autre moitié du joint situé en vis-à-vis et solidaire de la tête du mur garde-grève se réalise généralement de façon traditionnelle par une pose en feuillure.

Un mastic d'étanchéité est disposé entre les éléments métalliques et le revêtement, généralement constitué d'une résine mince.

La tôle support du joint de chaussée est traitée par une protection anticorrosion de même nature que celle mise en œuvre sur la charpente métallique.



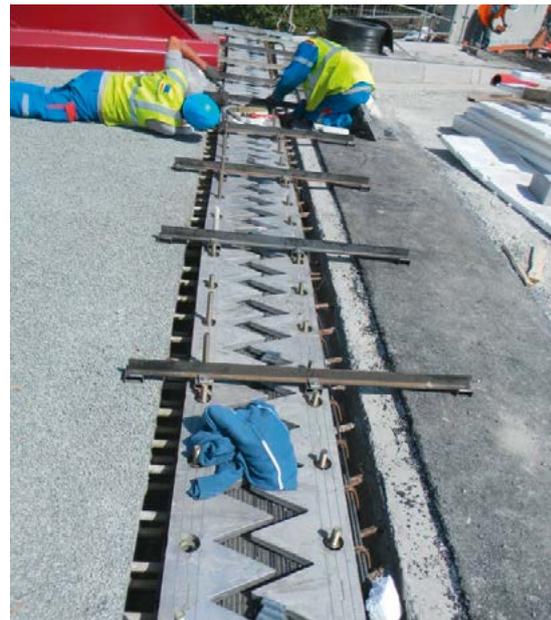
Figure 4-29 : Joints mécaniques fixés sur une tôle supportée par des raidisseurs soudés sur l'âme de l'entretoise d'extrémité

4.5.2 - Liaison par ancrage dans une longrine d'extrémité en béton

Les éléments de joints sont ancrés dans une longrine en béton réalisée dans une réservation d'extrémité en forme de U située en prolongement et sous le niveau de la tôle support. Cette longrine en béton est armée et liaisonnée à la charpente métallique par des goujons soudés horizontalement sur la tôle d'extrémité et verticalement en fond de réservation. Ce type d'ancrage est assimilable à un ancrage en feuillure dans un tablier en béton, les aciers en attente étant remplacés par des goujons soudés sur le côté et le fond du U. La fixation de l'autre moitié du joint situé en vis-à-vis et solidaire de la tête du mur garde-grève se réalise généralement de façon traditionnelle par une pose en feuillure (Fig. 4-30).



À gauche réservation en tôle en forme de U avec goujons et ferrailage de la longrine de scellement



Joint mécanique sur dispositif de fixation et de réglage avant bétonnage. À gauche pose dans une réservation en tôle avec goujons et à droite pose en feuillure.

Figure 4-30 : Joints mécaniques ancrés dans une longrine en béton réalisée dans une réservation d'extrémité en forme de U



Chapitre 5

Les pièces contractuelles et le suivi de chantier

Pour qu'une mise en œuvre d'un joint de chaussée se déroule dans les meilleures conditions, il est utile de procéder aux actions suivantes :

- rédiger un marché avec les clauses types adaptées à ce type de travaux ;
- imposer un avis technique en cours de validité et vérifier que les conditions figurant dans cet avis technique soient respectées (notamment vis-à-vis du respect du couple fabricant/installateur) ;
- imposer une garantie particulière contractuelle sur la base des éléments de ce guide (cf. §5.4) ;
- demander la réalisation de dessins d'exécution (prenant en compte les particularités de l'ouvrage) préalablement au chantier pour bien cerner les problèmes susceptibles d'être rencontrés : phasage, réalisation de la continuité de l'étanchéité des profilés en caoutchouc, relevé de trottoir, joint de trottoir, traitement en fonction de l'épaisseur de revêtement, évacuation et type de drains, joint de corniche, joint sous trottoir, etc. ;
- définir des points d'arrêt (généralement à l'ouverture de la feuillure après dégagement du revêtement et juste avant le coulage du béton de la feuillure ou le remplissage de celle-ci) ;
- faire le suivi du chantier avec consultation du manuel de pose ;
- procéder à la réception avec fourniture de la fiche « suivi du chantier » et du carnet d'entretien (voir annexe 7).

5.1 - Les travaux et les types de marché

5.1.1 - Les travaux

La description des travaux à réaliser fait l'objet du chapitre 1.1 du CCTP zone à équiper (voir CCTP disponible sur le site pile : www.piles.setra.developpement-durable.gouv.fr). Des plans et dessins doivent être fournis pour préciser le détail des dispositions attendues. Les travaux peuvent porter sur la pose de joints sur ouvrages neufs ou du remplacement de lignes de joints sur ouvrages existants. Les clauses du CCTP doivent être adaptées aux différents types de travaux et d'ouvrages.

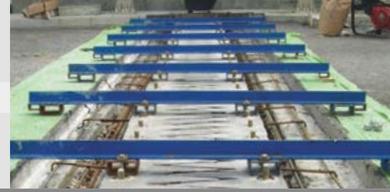
5.1.2 - Les types de marché : marché direct ou sous-traitance

En général, sur les ouvrages neufs, la réalisation du joint est sous-traitée par le titulaire du marché à une entreprise spécialisée.

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

- a) la pose après l'exécution du tapis peut n'avoir à intervenir que longtemps après que l'entreprise titulaire du marché 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) ces travaux sont toujours réalisés par des entreprises spécialisées.

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.

La procédure de marché négocié peut être envisagée dans le cas :

- de réparation avec réutilisation des éléments ;
- de modèles de joints adaptés à un contexte technique précis (mouvements transversaux importants...).

L'article 35 (II, alinéa 4) du code des marchés publics stipule : «Peuvent être négociés sans publicité préalable et sans mise en concurrence : Les marchés complémentaires de fournitures, qui sont exécutés par le fournisseur initial et qui sont destinés soit au renouvellement partiel de fournitures ou d'installations d'usage courant, soit à l'extension d'installations existantes, lorsque le changement de fournisseur obligerait le pouvoir adjudicateur à acquérir un matériel de technique différente entraînant une incompatibilité avec le matériel déjà acquis ou des difficultés techniques d'utilisation et d'entretien disproportionnées. La durée de ces marchés complémentaires, périodes de reconduction comprises, ne peut dépasser trois ans. Le montant total du marché, livraisons complémentaires comprises, ne peut être égal ou supérieur aux seuils de procédure formalisée définis à l'article 26, sauf si le marché a été passé initialement par appel d'offres et a fait l'objet d'un avis d'appel public à la concurrence publié au Journal officiel de l'Union européenne ».

Nota : Dans le cas de travaux sur ouvrages existants et de l'utilisation d'un marché à bons de commande, il apparaît certaines difficultés à optimiser une solution techniquement la mieux adaptée et financièrement la moins coûteuse. Un problème se pose lorsque le joint doit être réparé ponctuellement et n'est pas vendu par l'entreprise titulaire du marché. Il faut alors se garder la possibilité dans les pièces contractuelles de faire appel à la sous-traitance ou de traiter ces opérations hors marché. A défaut, on risque d'être contraint au remplacement de la ligne complète de joint.

5.2 - CCTP

Pour la rédaction du CCTP, le maître d'œuvre pourra s'inspirer du modèle disponible sur le site piles (www.piles.setra.developpement-durable.gouv.fr) sous une forme prête à l'emploi se basant sur l'existence d'un avis technique (CCTP type joints de chaussée ou clauses spécifiques du logiciel PETRA⁽⁹⁾ de la DTecITM).

Cette forme constitue l'ensemble technique de la prestation et comprend :

- une partie spécifique à chaque modèle de joint (notamment l'appréciation de la Commission des Avis Techniques « joints de chaussée des ponts-routes » sur la pose et le comportement du joint in situ dans le cadre de l'avis technique) ;
- des clauses techniques applicables à tous les modèles de joints de chaussée.

Les joints de chaussée peuvent bénéficier du marquage CE sur la base d'une évaluation technique européenne (ETE). Conformément au règlement UE n° 305/2011, ils font l'objet d'une déclaration de performance. Les performances déclarées doivent couvrir de façon exhaustive les exigences prévues par l'ETAG, afin de s'assurer de l'aptitude à l'usage du joint de chaussée.

L'obtention de ce marquage CE ne préjuge pas de la qualité de mise en œuvre du joint (maîtrise des équipes de pose) et de son comportement sous trafic. Ces éléments complémentaires sont appréciés dans un avis technique qu'il convient d'exiger.

Ces clauses sont présentées dans le modèle de CCTP ; elles sont accompagnées, selon le type de marché (marché séparé ou en sous-traitance), d'un rappel des liaisons à faire avec les pièces techniques relatives à l'ouvrage.

Nota : En effet, la rédaction d'un CCTP ne doit 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 intégrer dans les documents du marché général.

⁽⁹⁾ PETRA est un logiciel du Cerema permettant de rédiger des pièces écrites techniques du DCE travaux d'ouvrages d'art (CCTP, cadre de bordereau des prix, cadre de détail estimatif), cohérentes entre elles et à jour des dernières évolutions normatives.



5.3 - RC et acte d'engagement

Pour l'appel d'offre d'un marché séparé, il convient de ne pas citer de nom de marque (application du Code des Marchés Publics) et d'exiger un résultat à atteindre. La rédaction suivante est proposée pour la description des travaux :

« Fourniture et mise en œuvre d'un joint de chaussée :

- de souffle maximum mm, *
- apte à supporter un trafic T..., **
- étanche et/ou possédant un dispositif de recueil des eaux,
- de type à (*optionnel*),
- biais, particularités sur l'ancrage, relevés, joints de trottoirs.
- ***.

* il convient de préciser la variation totale d'ouverture attendue pendant la vie de l'ouvrage, ainsi que, éventuellement, les valeurs des rotations, des mouvements transversaux notamment sur les ponts biais, courbes ou à fonctionnement particulier

** préciser aussi la nature du trafic sur la base du catalogue des structures

*** des exigences particulières peuvent être demandées en fonction des particularités de l'ouvrage et du site : joint à peignes, particularité de l'ancrage, traitement des relevés au droit des bordures et des trottoirs, raccordement avec l'étanchéité générale de l'ouvrage, contraintes liées à la viabilité hivernale...

À l'appui de son offre, l'Entreprise apportera les justificatifs sur les caractéristiques et les performances annoncées, notamment par la présentation d'un avis technique du Cerema/DTeclTM (ex-Sétra). En l'absence d'un tel avis, l'entreprise devra justifier des performances de son produit avec un niveau de garantie équivalent à celui apporté par les avis techniques Cerema/DTeclTM, notamment en produisant des résultats d'essais. Le maître d'œuvre basera son agrément sur les exigences de qualité requises pour les joints telles qu'elles sont définies dans le guide « Joints de chaussée » publié par le Cerema/DTeclTM (Chapitre 3 du guide) ».

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...

En cas de sous-traitance (ce qui est en pratique systématique), il est conseillé de prévoir ici de demander que le sous-traitant soit soumis à l'agrément du maître d'œuvre avant l'approbation des plans d'exécution du ferrailage et du coffrage des tabliers (cf. CCAG, article 29.1.3).

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

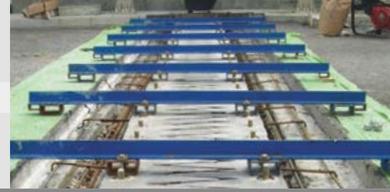
5.4 - CCAP

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 du gestionnaire 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 ce qui privilégie des équipements de qualité et de bonne durabilité.

De plus, étant donné :

- 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 à court terme) ;



- que la seule garantie délivrée par l'Entrepreneur au maître d'ouvrage est celle du parfait achèvement d'une durée de 1 an ;
- l'importance économique que représentent les réparations de joints.

Il est hautement souhaitable que le maître d'ouvrage introduise dans son C.C.A.P. une garantie particulière contractuelle par application de l'article 44-1 du C.C.A.G. (arrêté du 8 septembre 2009).

La durée de cette garantie est affaire d'appréciation. Néanmoins, il est proposé d'insérer un article 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.

« 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'œuvre ou du maître d'ouvrage, dans un délai de deux (2) mois, toutes 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 de mise en œuvre et d'emploi⁽³⁾. »

⁽¹⁾ Citer ici les ouvrages concernés ;

⁽²⁾ Fixer la durée en fonction du type de trafic ;

⁽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 l'attention est attirée sur le fait que certains types de joints ont une tenue très dépendante de la qualité de cette partie d'ouvrage. Les avis techniques, chapitre III, les signalent. Le paragraphe III.2 des avis techniques relatif à l'« avis de la commission-robustesse » signale pour chaque modèle le retour d'expérience enregistré sur la tenue des éléments de joint.

Il convient de contractualiser la fourniture du guide d'entretien propre au dispositif proposé et le cas échéant d'un carnet d'entretien pour les cas jugés plus complexes, de manière à ce que le gestionnaire puisse organiser et mettre en œuvre les actions nécessaires.

5.5 - 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 la fourniture et la pose des joints de chaussées⁽¹⁾ tels que définis au CCTP.

Il comprend notamment⁽²⁾ :

- *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 y compris la cure,
- la fourniture et la pose éventuelles des systèmes d'étanchéité ou de recueil des eaux⁽³⁾,
- 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⁽⁴⁾,



Il inclut les prestations du ou des organismes associés au contrôle intérieur et tient compte des sujétions du contrôle extérieur.

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

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

(3) la fourniture et la mise en œuvre d'un dispositif de recueil des eaux jusqu'au raccordement à l'assainissement général de l'ouvrage peut faire l'objet de travaux distincts hors marché joints de chaussée ;

(4) ne retenir ici que la technique choisie ;

les sujétions de circulation et de signalisation sont à préciser.

5.6 - Le suivi de chantier et les contrôles

5.6.1 - Généralités sur la gestion de l'exécution des travaux

Les hypothèses de l'article 4.1 de la norme NF EN 13670 [33] sur l'exécution des structures en béton relatives à la gestion de l'exécution s'appliquent et les travaux sur les joints de chaussée sont réalisés selon les dispositions de l'article 4 du fascicule 65 relatives à la gestion de l'exécution. La documentation fournie par l'entreprise titulaire du marché comporte des éléments à fournir en phase de préparation, en phase d'exécution et en phase de fin d'exécution.

Les éléments essentiels à fournir par l'entreprise lors des différentes étapes de l'exécution des travaux sont notamment :

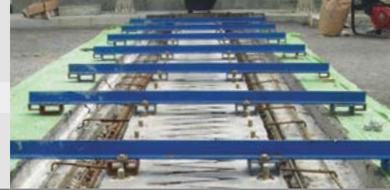
- le Plan Qualité et le Plan de Respect de l'Environnement ;
- les propositions de fourniture des matériaux extérieurs au chantier ;
- le programme d'exécution des travaux ;
- les procédures d'études d'exécution et les procédures de travaux.

Ces documents sont soumis au visa du maître d'œuvre avant chaque phase de travaux.

Le Plan Qualité comprend une note d'organisation générale (NOG), les procédures d'exécution d'études et de travaux et le cadre des documents de suivi d'exécution.

En référence au chapitre IV du fascicule 65 [30], la procédure de pose du joint de chaussée comprend obligatoirement les éléments suivants :

- la partie des travaux, objet de la procédure ;
- les documents de référence ;
- les ressources en personnel ;
- les moyens matériels spécifiques utilisés et leurs instructions d'emploi constituées par les notices techniques ;
- les matériaux, produits et composants (caractéristiques, certification, origine, marque et modèle exact lorsqu'il y a lieu). Pour ceux qui sont soumis à une procédure de certification de conformité, les conditions d'identification sur le chantier des lots livrés. À la suite de l'identification, l'entrepreneur transmet les attestations de conformité aux spécifications du marché et à la commande au maître d'œuvre qui s'assure qu'il a bien été procédé à cette identification. L'identification consiste à comparer d'une part le marquage ou les informations portées sur les documents accompagnant la livraison, d'autre part le marquage prévu par le règlement de la certification ou la décision accordant le bénéfice du certificat. En l'absence de procédure officielle de certification, ou lorsque, par dérogation, le produit livré ne bénéficie pas de la certification, l'entrepreneur établit une attestation de conformité par lot contrôlé. Il convient de vérifier que les performances des produits (mortiers et bétons) sont adaptés aux conditions réelles d'exécution (quantité mise en œuvre, durée pratique d'utilisation, date de remise en circulation, température...) ;
- les méthodes, modalités, modes opératoires de mise en œuvre des travaux pour assurer le respect final des exigences ;
- les modalités de contrôle intérieur associées à la procédure, sur la base du plan de contrôle intérieur figurant dans la NOG :
 - intervenants ;
 - épreuves de convenance à réaliser, nature et fréquence des contrôles, moyens, avec leurs conditions d'exécution et d'interprétation ;
 - critères d'acceptation.



- s'il y a lieu, les interactions avec d'autres procédures et les conditions préalables requises pour l'exécution de certaines tâches notamment lorsque celle-ci est soumise à l'accord explicite du maître d'œuvre ou à l'obtention de résultats du contrôle extérieur (points d'arrêt).

La fiche MEMOAR XI-1 « Mise en œuvre des joints de chaussée » [32] précise à l'attention du personnel intervenant sur le chantier les contrôles à réaliser selon les étapes de l'exécution. Cette fiche s'applique à la mise en œuvre des joints de chaussée sur ouvrage neuf. Son application est transposable à l'exécution des travaux visant le remplacement ou la réparation des joints sur ouvrages existants.

Le contrôle détaillé des travaux de joints de chaussée sur les ouvrages neufs et en réparation fait l'objet des annexes du guide technique Ifsttar « Le contrôle des travaux de joints de chaussée et de trottoirs sur ouvrages neufs et en réparation » de juin 2006 [31].

Le présent guide reproduit et complète ci-après les éléments contenus dans la fiche MEMOAR et ses annexes.

5.6.2 - Avant le démarrage des travaux

5.6.2.1 - Généralités

L'objectif du contrôle du maître d'œuvre est de s'assurer de l'existence d'un référentiel qualité adapté à l'ouvrage et aux types de joints à mettre en œuvre (Tab. 5-1).

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de l'existence des référentiels (documents qualité) <ul style="list-style-type: none"> • avis technique ou équivalent • Plan Qualité • plans d'exécution du joint de chaussée et du joint de trottoir visés préalablement par la maîtrise d'œuvre* • programme d'exécution • manuel de pose • existence de la fiche « suivi chantier » 	<p>Plan de calepinage, drainage, position des ancrages dans le ferrailage, dispositions particulières au niveau des trottoirs, etc. Phasage et planning des travaux Ne peut être consulté que sur le site (savoir-faire de l'entreprise) Elle doit être remplie, par le chef d'équipe, au fur et à mesure du déroulement du chantier Rappel : Cette fiche doit comporter tous les éléments destinés à assurer la traçabilité de la mise en œuvre du joint</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de conformité des fournitures à la commande du modèle de joint approvisionné 	Cf. §6.2.2 (joints à revêtement amélioré)
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de conformité des moyens en matériel 	Cf. §6.2.3 (joints autres)
<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer de la qualification du personnel de mise en œuvre 	Cf. PAQ et avis techniques
<ul style="list-style-type: none"> • Référence du béton d'ancrage et des solins 	

* Rappel : Ces plans sont normalement accompagnés des prescriptions de réglages des réservations et des joints en fonction des températures de mise en œuvre

Tableau 5-1 : Actions à mener avant le démarrage des travaux - généralités



5.6.2.2 - Cas des joints à revêtement amélioré

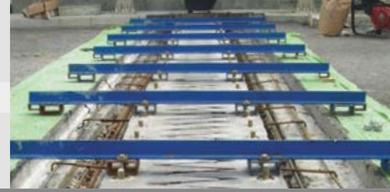
Contrôle de conformité à la commande des fournitures du joint approvisionné		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
• Traçabilité des éléments constitutifs du joint		N° de lot - Bons de livraison
• Stockage et propreté des granulats	Visuel Tactile	Granulats en sacs prédosés et non à l'air libre Absence de poussières au toucher
• Dimensions nominales de la plaque de pontage	Mètre	Cf. manuel de pose
• Conditions de stockage du liant		Au sec et à l'abri des intempéries
Contrôle de conformité des moyens en matériel		
• Fondeur	Visuel	Absence de liant déjà fondu
• Thermomètres de mesures • de la température ambiante • de la température du liant • de la température des granulats	Certificat de vérification Certificat de vérification Certificat de vérification	La bonne tenue du joint est conditionnée entre autre par les températures du liant et des granulats, d'où la nécessité de s'assurer de la fiabilité des appareils de mesure
• Mesure d'épaisseur des couches	Gabarit	
• Plaque vibrante		
• Bétonnière	Visuel	Propre et exempte de poussières

Tableau 5-2 : Actions à mener avant le démarrage des travaux - cas des joints à revêtement amélioré

5.6.2.3 - Cas des autres types de joints

Contrôle de conformité à la commande des fournitures du modèle de joint approvisionné		
Nature de l'intervention	Moyens	Observations
• Traçabilité des éléments constitutifs du joint		N° de lot - Bon de livraison
• Nature des matériaux		Vérifier que les éventuels produits de calage ou de scellement sont à la marque NF ou font partie de la liste approuvée
• Conditions de stockage		
• Contrôle dimensionnel		Vérifier les cotes principales par rapport aux plans du joint et aux schémas de l'avis technique du joint concerné
• Contrôle d'aspect		Absence de traces de choc et d'oxydation, de blessures, etc.
Contrôle de conformité des moyens en matériel		
• Thermomètres	Certificat de vérification	
• Aiguille vibrante		Diamètre adapté à la densité de ferrailage
• Matériel de forage éventuel		
• Matériel de nettoyage des trous		Compresseur à air desséché
• Matériel de malaxage des matériaux		Microbéton
• Dispositif de calage en ouverture du joint		 Certains types de joints ont des efforts de rappel non négligeables qui nécessitent des moyens adaptés (cf. manuel de pose concerné)
• Matériel de serrage ou de mise en tension de la boulonnerie d'ancrage (clef dynamométrique, vérins)	Certificat d'étalonnage	 Le respect de la procédure de serrage ou de mise en tension est fondamental pour la bonne tenue du joint sous trafic par suite d'emploi de tiges d'ancrage de faible longueur

Tableau 5-3 : Actions à mener avant le démarrage des travaux - cas des autres types de joints



5.6.2.4 - Cas des joints de trottoir

Un joint de trottoir peut comporter les parties suivantes :

- le joint de structure situé sous le trottoir, au niveau de l'étanchéité (cf. chapitre 2, §2.3.1.1 du présent guide). Ce joint étanche lié au joint de chaussée ou la réalisation d'un système de protection des abouts et de récupération des eaux de trottoirs permet de se prémunir des altérations des abouts de tablier par les eaux de ruissellement chargées d'ions agressifs (Cl^- , SO_4^{2-} ...);
- le joint au niveau de la circulation des piétons (cf. chapitre 2, §2.3.1.2 du présent guide) ;
- la jonction entre les éléments ci-dessus et le joint de chaussée aussi appelé remontée ou relevé de bordure (cf. chapitre 2, §2.3.2 du présent guide) ;
- des éléments de protection tels que couvre-bordures et couvre-joints nécessités par les systèmes de remontée de joints, les biais d'ouvrages, les corniches ou longrines.

Nature de l'intervention	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer que les dispositions destinées à assurer l'étanchéité de la structure ou le recueil des eaux ont été réalisées préalablement à la réalisation des trottoirs 	Relevé des constatations
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que les éléments contenus dans les trottoirs (canalisation, fourreaux,...) comportent des dispositifs permettant d'assurer des possibilités de dilatation correspondant au souffle du joint 	

Tableau 5-4 : Actions à mener avant le démarrage des travaux - cas des joints de trottoir

5.6.3 - Pendant les travaux

5.6.3.1 - Généralités

Il convient de s'assurer que les dispositions préétablies et décrites dans les documents qualité sont effectivement appliquées et de nature à assurer la qualité requise. La fiche de suivi constitue un des documents qualité qui permet d'assurer la traçabilité des dispositions prises.

5.6.3.2 - Actions de préparation communes à tous les types de joints

Points à vérifier	Moyens	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle du repérage de la réservation par rapport à l'axe du vide entre éléments de structure (tablier et mur garde-grève par exemple) 	Repérage du vide côté corniche Relevé <i>in situ</i>	Cf. plans d'exécution du tablier et du mur garde-grève
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de l'opération de sciage des enrobés 	Visuel	 Ne pas endommager le béton du tablier ou du mur garde-grève (cf. plan d'exécution et sondage préalable éventuel)
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des dispositions prises pour le relevé du joint au niveau de la bordure de trottoir (ou de la longrine du dispositif de retenue) 		Cf. manuel de pose et plans d'exécution du joint
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de la propreté du vide entre éléments de structure 	Visuel	 Ce point est important pour éviter le blocage du joint en fermeture
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de la conformité du dispositif de drainage de l'interface étanchéité/couche de roulement, de la fermeture de l'étanchéité et de l'évacuation du drain 		 La fermeture de l'étanchéité doit être réalisée également en point haut, même en l'absence de drain (cf. manuel de pose et plans d'exécution du joint)

Tableau 5-5 : Actions à mener pendant les travaux - généralités



5.6.3.3 - Point critique et point d'arrêt

La bonne mise en œuvre des différents produits est fondamentale pour assurer la durabilité du joint. Aussi, il est recommandé que le contrôleur assiste lui-même au bon respect des opérations de mise en œuvre ou bien de confier le contrôle extérieur de cette phase au laboratoire désigné par le maître d'œuvre.

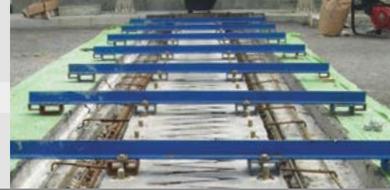
Le PAQ de l'entreprise comprend normalement, avant le coulage du joint, un point critique qu'il est fortement conseillé de transformer en point d'arrêt.

Cas des joints à revêtement amélioré : au cours de ce point d'arrêt particulièrement important pour vérifier la qualité du travail, il est conseillé de vérifier, au moins, les points de la liste donnée dans le tableau 5-6.

Contrôle de la réservation	
<ul style="list-style-type: none"> • Dimensions • Propreté <ul style="list-style-type: none"> • des faces en béton et des bords en béton bitumineux, • du vide entre éléments de structure. 	
Contrôle du dispositif de drainage	
<ul style="list-style-type: none"> • Dimensions 	
<ul style="list-style-type: none"> • Positionnement du drain 	<p>Le drain positionné dans l'épaisseur du joint va diminuer l'adhérence joint/revêtement adjacent et compromettre sa durabilité. Aussi, il est fortement déconseillé et il n'est admis qu'un drain de type « barbacane » (cf. avis technique concerné)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Raccordement au système d'évacuation des eaux de l'ouvrage 	
Protection des abords	
<ul style="list-style-type: none"> • Revêtement adjacent • Abords du joint 	
Disponibilité du matériel de contrôle et de prélèvement	
<ul style="list-style-type: none"> • Thermomètres • Gabarit de mesure d'épaisseur des couches • Matériel de prélèvement conservatoire • etc. 	
Traitement de la zone du relevé et du trottoir	
S'assurer des bonnes conditions météorologiques (voir les précautions par temps de pluie dans le manuel de pose)	

Tableau 5-6 : Points d'arrêt avant coulage des joints – cas du joint à revêtement amélioré

Cas des autres types de joints : à ce stade d'avancement des travaux, il est recommandé de prévoir un point critique pour réceptionner la réservation et ce avant mise en œuvre des éléments constitutifs du joint. Ensuite et comme pour les joints de type « à revêtement amélioré », un point d'arrêt doit être prévu avant coulage du joint pour vérification, au moins, des points de la liste donnée dans le tableau 5-7.



Contrôle de la réservation et du ferrillage en attente	
Réservation <ul style="list-style-type: none"> • Dimensions • Propreté <ul style="list-style-type: none"> • des faces en béton et des bords en béton bitumineux, • du vide entre éléments de structure. 	
Ferrillage en attente <ul style="list-style-type: none"> • Enrobage • Espacement et diamètre • Qualité des aciers 	
Contrôle du ferrillage complémentaire	
<ul style="list-style-type: none"> • Enrobage • Espacement et diamètre • Position par rapport aux ancrages • Qualité des aciers 	
Système de drainage	
<ul style="list-style-type: none"> • Position du drain • Fermeture de l'étanchéité 	
Stabilité des bras de pose	
Calage du joint	
<ul style="list-style-type: none"> • En ouverture (en fonction de la température de l'ouvrage) • En nivellement 	
Réception du béton	
Traitement de la zone du relevé et du trottoir	
Protection des abords	

Tableau 5-7 : Points d'arrêt avant coulage des joints – cas des autres joints

Pour tous les joints, la levée du point d'arrêt (avec ou sans réserve(s) ou refus motivé) est prononcée par la maîtrise d'œuvre à l'issue d'un contrôle extérieur (constat, essai...). Elle est formalisée par la signature conjointe de la fiche de suivi de chantier et l'établissement d'une fiche éventuelle d'anomalie.

5.6.3.4 - Autres contrôles à effectuer pendant les travaux

Joints à revêtement amélioré

Nature de l'intervention	Moyens	Observations
• S'assurer que la réservation est parfaitement sèche et que l'eau n'arrive pas à l'interface étanchéité/ revêtement	Visuel	Absence d'humidité
• Contrôle de la parfaite obturation du vide entre éléments de structure	Visuel	Présence du fond de joint
• Contrôle du positionnement de la plaque de pontage	Mètre	Plaque « à cheval » sur le vide entre éléments de structure
• Contrôle périodique de la température du liant (à la sortie du fondoir)	Thermomètre	Le contrôle de la température du liant, via le cadran du fondoir, n'est pas fiable Cf. fourchette de température spécifiée dans le manuel de pose
• Contrôle de la température des granulats	Thermomètre	Cf. fourchette de température spécifiée dans le manuel de pose
• Contrôle de l'épaisseur de chacune des couches	Gabarit	Épaisseur souvent de l'ordre de 4 cm
• Contrôle de la bonne saturation en liant de chacune des couches	Visuel	
• Contrôle de la couche de finition	Visuel	Un excès de liant en surface est facteur de risque d'orniérage

Tableau 5-8 : Action de pose du joint – cas des joints à revêtement amélioré



Autres types de joints

Nature de l'intervention	Observations
• Ferrailage complémentaire	Cf. manuel de pose
• Vérification du parfait positionnement des ancrages par rapport au ferrailage en attente	Cf. manuel de pose  Pour les ancrages par tiges scellées dans des trous forés, vérifier la conformité de la longueur de scellement à l'aide d'un gabarit
• Étanchéité entre les éléments du joint	Cf. manuel de pose
• Continuité des profilés d'étanchéité en caoutchouc	Toute coupure et raboutage doit être interdite. Le profilé doit être approvisionné en un seul tenant pour équiper le joint d'un relevé à l'autre. En cas de phasage de chantier, le stockage de la surlongueur doit être prévu ou la pose en une seule phase en fin de chantier
• Calage du joint en ouverture	Cf. abaques de pose, en rapport avec la température de l'ouvrage
• Calage du joint en nivellement	 Rappel des tolérances de pose : 0/-2 mm par rapport au revêtement adjacent
• Bétonnage du joint	Prélèvement pour confection des éprouvettes d'information
• Serrage ou mise en tension de la boulonnerie d'ancrage	 Cette opération n'est possible que si la qualité du béton ou du matériau de scellement le permet (d'où l'importance des éprouvettes d'information permettant de s'assurer que la résistance requise est atteinte et la nécessité de prévoir un point critique ou mieux un point d'arrêt)

Tableau 5-9 : Action de pose du joint - cas des autres joints

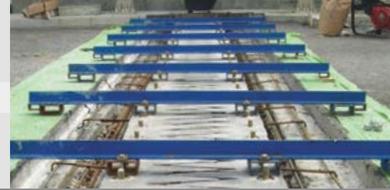
Cas des joints de trottoir

Nature de l'intervention	Observations
• Vérifier la qualité des matériaux	Cf. tableaux 5-8 et 5-9
• Vérifier la correcte mise en œuvre des matériaux	
• Vérifier la position du relevé de joint par rapport à la bordure	Ne pas être une source d'agression pour le trafic et doit permettre la continuité du fil d'eau
• Vérifier la reconstitution des bordures de trottoir	 S'assurer que les bordures de trottoir ne viendront pas contrarier la libre dilatation du tablier
• Vérifier la fixation correcte et conforme des couvre-bordures éventuels	La fixation doit se situer uniquement en amont du sens du trafic ou être composée d'un dispositif spécifique. S'assurer que la libre dilatation du tablier n'est pas contrariée
• Vérifier que les dispositions sont prises pour que le béton n'obstrue pas le vide du joint situé derrière la pièce du relevé, ni les rainures de profilés métalliques pour l'insertion du profilé éventuel en caoutchouc	Coffrage et protection

Tableau 5-10 : Action de pose du joint - cas des joints de trottoir

5.6.4 - À la réception

Cette opération de réception constitue le point de départ, en principe, de la durée de garantie contractuelle (3 ou 5 ans) qui est à prévoir au marché ; elle doit être effectuée en présence de l'entreprise titulaire du marché et du fabricant/installateur du joint lorsque celui-ci intervient en tant que sous-traitant. Elle suppose que les contrôles cités dans les points d'arrêts précités ont été réalisés.



Nature de l'intervention	Moyens	Observations
• Aspect général du joint en surface	Visuel	
• Nivellement/revêtement adjacent	Règle de 3 m	 Rappel des tolérances de pose : 0/-2 mm par rapport au revêtement adjacent
• Propreté du revêtement adjacent et des abords	Visuel	
• Dégagement du vide entre garde-grève et structure	Visuel	 Ce point est important pour éviter le blocage du joint en fermeture. Il peut être contrôlé lors des opérations de pose ou <i>a posteriori</i> par une observation depuis le sommier d'appui
• Examen du résultat des essais réalisés dans le cadre des travaux		<ul style="list-style-type: none"> • Vérification de la conformité des produits (béton, liant, etc.) • Vérification de l'étanchéité du joint (à vérifier lors d'une grosse pluie ou en déversant une quantité suffisante d'eau) • Vérification du système de drainage (des dispositions spéciales peuvent être prévues pour tester l'efficacité du drain et de la fermeture de l'étanchéité).
• Conformité du relevé de bordure		Doit permettre la continuité du fil d'eau
• Recueil en sous face du tablier des eaux du drain		Conformité au plan d'exécution
• Vérification du nettoyage du sommier ou du chevêtre		
• Joint de trottoir ou de passage de service		Objet du § 6.4.1
• Vérifier que la fiche de suivi est correctement renseignée		 La fiche de suivi doit être remise au maître d'œuvre
Mise en circulation (selon les indications du manuel de pose, en fonction des conditions atmosphériques et des matériaux utilisés)		

Tableau 5-11 : Action à mener à la réception

5.6.4.1 - Cas des joints de trottoir

Nature du contrôle	Observations
• Vérifier l'étanchéité de la zone du relevé de trottoir et du joint de trottoir	Examen de l'intrados du tablier au droit du joint lors d'une grosse pluie ou en déversant une certaine quantité d'eau
• Vérifier le parfait nettoyage du chevêtre et le bon positionnement des évacuations souples	

Tableau 5-12 : Action à mener à la réception - cas des joints de trottoir

5.6.5 - Spécificités des travaux de réparation

Définition

Différents types de travaux peuvent intervenir sur les ouvrages en service. Le remplacement complet d'une ou plusieurs lignes de joints de chaussée est à distinguer des opérations d'entretien spécialisé visant à réparer une partie des éléments constitutifs (par exemple le solin) ou à remplacer des éléments démontables qui seraient dégradés.



Remplacement de ligne complète de joints de chaussée

Ces travaux se différencient des travaux de pose de joints de chaussée sur les ouvrages neufs par les aspects suivants :

- il est nécessaire de procéder préalablement au démontage du joint existant ;
- les éléments de remplacement peuvent être d'un type différent de ceux d'origine (adaptation nécessaire des ancrages, etc.) ;
- des travaux d'adaptation de la structure qui va accueillir les nouveaux joints sont souvent nécessaires (réservations, feuillures) ;
- les travaux sont généralement réalisés sous fortes contraintes liées à l'exploitation (délais courts, travail par demi-chaussée, travail de nuit, travail sous circulation) ;
- ne pas négliger la réalisation d'un bon raccordement avec l'étanchéité de l'ouvrage ;
- difficulté d'adaptation avec les dispositifs de joints de trottoirs si ceux d'origine sont conservés ;
- améliorations des dispositifs de drainage et de récolte des eaux au droit de la ligne de joints ;
- la coordination avec les travaux de reprise de revêtement de chaussée n'est pas toujours possible.

Ces contraintes doivent être intégrées à la préparation des pièces contractuelles car elles peuvent être source de difficultés techniques et/ou organisationnelles si elles ne sont pas anticipées.

Il convient de bien choisir l'époque du chantier en fonction du trafic, d'établir un programme de travaux précis mais pas trop tendu pour se prémunir contre toutes surprises conduisant à un retard sur des opérations partielles, de mettre en place des moyens plutôt surabondants, de mettre en place une surveillance des travaux adaptée avec un agent ayant des consignes précises pour prendre les décisions en cas d'incidents ou de difficultés.

Lors des opérations de remplacement d'une ligne complète de joint, le suivi des travaux s'apparente à celui préconisé pour la pose d'éléments neufs mais peut prévoir des opérations et contrôles complémentaires :

- rédaction préalable d'un dossier d'exploitation en relation avec l'Entreprise ;
- contrôle des opérations de démontage afin de ne pas créer de désordres sur la structure (emploi d'engins trop agressifs, etc.) ;
- approbation du schéma organisationnel d'évacuation des déchets de chantier ;
- réception du support après démontage du joint existant ;
- contrôles de résistance du matériau constitutif des solins avant remise en circulation.

Travaux d'entretien spécialisé sur lignes de joints existants

Ces travaux sont souvent programmés pour répondre à une situation d'urgence car la dégradation d'une partie constitutive des joints risque de provoquer :

- soit des désordres structurels plus importants ;
- soit des dégradations sur les véhicules franchissant la ligne ;
- soit une mise en danger directe des usagers.

De ce fait, il est souvent difficile d'entrer dans un schéma contractuel classique en raison du délai nécessaire à la passation des marchés publics. Même si la mise en place de marchés à bons de commande spécifiques joints de chaussée peut répondre sous certains aspects au besoin, il subsiste certaines difficultés à optimiser une solution techniquement la mieux adaptée et financièrement la moins coûteuse. Le principal blocage réside dans la variété des fabricants présents sur un patrimoine et aux exclusivités constatées dans la fourniture et la mise en œuvre des différents modèles. Il est rare de constater une association entre deux fabricants prévoyant un échange d'éléments constitutifs et la programmation des travaux aboutit régulièrement au remplacement d'une ligne complète de joint.



Chapitre 6

Visite, entretien, réparation

6.1 - Visite et entretien : les aspects généraux (ITSEOA)

6.1.1 - Généralités

Pour les ouvrages du réseau routier national non concédé (RRN-NC), les actions de maintenance sont définies et régies par la circulaire du 16 février 2011 qui rend applicable l'Instruction Technique de Surveillance et d'Entretien des Ouvrages d'Art (ITSEOA) [34 à 36]. Si ces dispositions n'ont pas un caractère obligatoire pour les ouvrages des autres gestionnaires, elles constituent un ensemble de règles de l'art qu'il est loisible de prendre en considération.

Les fascicules 0 à 3 constituent l'instruction. Les autres fascicules ont statut de guides d'application. Le fascicule 21 [36] constitue le guide d'application de l'ITSEOA relatif aux équipements.

Les dispositions générales relatives à la surveillance et l'entretien des ouvrages et notamment organisationnelles sont traitées dans les fascicules 0 et 2. Pour mémoire, ces documents (chapitre 1 des fascicules 0 et 2) préconisent une organisation à 3 niveaux (décisionnel, organisationnel et opérationnel).

6.1.2 - Surveillance

Les actions de surveillance s'articulent généralement autour de contrôles annuels, de visites d'évaluation et d'inspections détaillées périodiques. Pour les ouvrages du RRN-NC, ces actions, leurs prérequis et les intervenants qu'elles mobilisent, sont définis dans le fascicule 0 de l'ITSEOA.

Dans le cas spécifique des joints de chaussées, le chapitre 4 du fascicule 21 de l'ITSEOA décrit la déclinaison des actions de surveillance générales à appliquer aux équipements.

Dans le cas où la sécurité des personnes est mise en cause, des actions immédiates doivent être mises en œuvre pour rétablir le niveau normal de sécurité d'usage (neutralisation de la circulation au droit des zones dégradées, démontage des parties dangereuses et mise en place éventuelle de dispositions provisoires à adapter au cas par cas sur la base d'un avis d'un spécialiste indépendant...).

Certains désordres détectés sur les joints peuvent également être le signe d'un fonctionnement anormal de la structure. Dans ce cas, et avant toute intervention d'entretien spécialisé ou de réparation, il est nécessaire d'effectuer un diagnostic pour en préciser la cause.

Les joints de chaussée sont en contact direct avec la circulation. Les observations nécessitent des interventions sous circulation qui mettent en œuvre des dispositions permettant d'assurer la sécurité du personnel de visite et d'entretien (EPI⁽¹⁰⁾, signalisation, coupure...).

L'ensemble des actions de surveillance donne lieu à un constat écrit.

6.1.2.1 - Contrôle annuel

Le contrôle annuel, défini dans le paragraphe 2.1 du chapitre 2 du fascicule 0, le paragraphe 1 du chapitre 2 du fascicule 2 de l'ITSEOA et rappelé dans le paragraphe 4.1.1 du fascicule 21, est mené sans moyen d'accès particulier par le niveau opérationnel.

Il s'agit, à partir de la dernière action de surveillance, de vérifier qu'il n'y a pas eu d'évolution manifeste ou d'événement anormal. Dans le cas contraire, il faut prévenir immédiatement le responsable de la gestion de l'ouvrage, et éventuellement le responsable de l'exploitation.

(10) *Équipement de Protection Individuelle.*



Il peut être judicieux de coupler ce contrôle à des opérations d'entretien courant de nettoyage qui consistent principalement :

- à nettoyer régulièrement les interfaces entre éléments, hiatus, profilés, bavettes, etc., pour supprimer gravillons, débris végétaux, objets divers... ;
- à nettoyer également les dispositifs de récupération des eaux de type chéneau, gouttière, etc. équipant l'intrados de certains joints.

6.1.2.2 - Visite d'évaluation (de type IQOA⁽¹¹⁾)

La visite d'évaluation est un examen visuel, généralement sans moyens d'accès imposés, permettant de constater l'état apparent de l'ouvrage et de l'évaluer par l'application d'une quantification prédéfinie.

Pour les ouvrages du RRN-NC, la circulaire du 16 février 2011 fixe que l'outil d'évaluation est la méthode IQOA [37].

Les paragraphes 2.2 du chapitre 2 du fascicule 0 et 2 du chapitre 2 du fascicule 2 en définissent les principes et modalités de mise en œuvre. Les visites d'évaluation sont généralement menées par le niveau opérationnel sur la base des catalogues de désordres et procès-verbaux type.

Pour les ouvrages les plus complexes, l'évaluation est menée par le niveau organisationnel sur la base d'un examen visuel s'appuyant sur la dernière inspection détaillée, définie ci-après.

L'annexe 8 du fascicule 21 de l'ITSEOA complète la liste des défauts donnés dans les PV et catalogues IQOA. Il convient de s'y référer.

6.1.2.3 - Inspection détaillée

L'inspection détaillée, définie dans le paragraphe 2.3 du chapitre 2 du fascicule 0 et 3 du chapitre 2 du fascicule 2 de l'ITSEOA, est un examen visuel visant à l'exhaustivité mené et exploité par un agent ayant suivi une formation qualifiante de chargé d'étude en inspection d'ouvrage d'art. Cette recherche de l'exhaustivité peut conduire à la mobilisation de moyens d'accès particuliers.

Le fascicule 21 de l'ITSEOA et plus particulièrement le paragraphe 4.8 du chapitre 4 définit l'ensemble des actions spécifiques qu'il convient de mettre en œuvre pour l'inspection des joints de chaussées dans le cadre d'une inspection détaillée d'un ouvrage.

6.1.2.4 - Inspections liées à des événements particuliers de la vie de l'ouvrage

Ces actions (inspection initiale, inspection de fin de garantie...), définies dans le paragraphe 3 du chapitre 2 du fascicule 0 et le chapitre 3 du fascicule 2 de l'ITSEOA, s'apparentent à des inspections détaillées. Il est loisible d'étendre les dispositions relatives aux joints de chaussées prévues pour les inspections détaillées, rappelées ci-avant, à ces actions.

6.1.3 - Entretien

Les actions d'entretien qui se décomposent en entretien courant et entretien spécialisé sont définies dans le paragraphe 1 du chapitre 3 du fascicule 0 de l'ITSEOA. Le paragraphe 5.8 et l'annexe 8 du fascicule 21 traitent de ces questions sur le sujet spécifique des joints de chaussées.

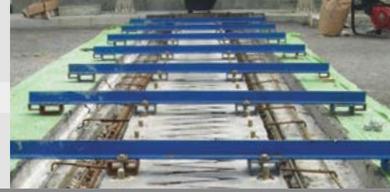
L'ensemble des actions d'entretien doit faire l'objet d'un programme, d'une planification et donne lieu à un constat écrit.

Rappel : La réalisation de travaux nécessite une information des gestionnaires des voiries situées à proximité immédiate de l'ouvrage et des permissionnaires des réseaux et équipements d'exploitation.

6.1.3.1 - L'entretien courant

L'entretien courant, défini dans le paragraphe 1.1 du chapitre 3 du fascicule 0 de l'ITSEOA, est à la charge du niveau opérationnel et doit être mené de manière régulière. Il peut être exécuté en régie ou sous-traité par exemple avec un marché à bons de commande.

(11) IQOA : Image Qualité Ouvrage d'Art.



Dans le cas spécifique des joints de chaussées, il est notamment réalisé :

- à l'aide de la fiche d'entretien transmise par l'entreprise lors de la pose du joint ;
- sur la base des guides « Surveillance et entretien courant des ouvrages d'art routiers » (Sétra, 2011) [38], « Entretien des ouvrages d'art, guide à l'usage des subdivisions » (Sétra, 2000) [39] et « Prévention des pathologies courantes d'ouvrages d'art » (LCPC/Sétra, 1998) [40] ;
- en accord avec les préconisations du fascicule 21 de l'ITSEOA et en particulier du paragraphe 5.8.

6.1.3.2 - L'entretien spécialisé

L'entretien spécialisé, défini au paragraphe 1.2 du chapitre 3 du fascicule 0 de l'ITSEOA, nécessite des moyens particuliers et doit être précédé par un diagnostic.

Les principaux travaux d'entretien spécialisé sont notamment :

- un colmatage des fissures ou des liaisons joint - solin, et solin - enrobé ;
- une reprise des solins ;
- une reconstitution de la longrine d'ancrage (Fig. 6-1) ;
- un recalage du joint (mécanique) ;
- un rechargement du joint (à revêtement amélioré) ;
- le rétablissement d'une bonne étanchéité, l'aménagement d'un dispositif de drainage ou de récupération des eaux de type gouttière ;
- le remplacement d'un élément du joint (profilé caoutchouc...).

Il convient de se référer à l'annexe 8 du fascicule 21 de l'ITSEOA qui liste les défauts principaux rencontrés sur les joints de chaussée et les solutions techniques permettant d'y remédier.

Nota : Les travaux d'entretien spécialisé sont réalisés par l'entreprise fabricant/installateur du joint.



Figure 6-1 : Reconstitution localisée d'une longrine d'ancrage

6.2 - La réparation

Nota : La réparation au sens cité dans l'instruction technique ne concerne pas les joints de chaussée pour lesquels toutes les interventions sont classées en entretien spécialisé. Toutefois, dans ce guide le terme de réparation est maintenu lors du remplacement de la totalité du joint de chaussée ou de la reprise d'un ou plusieurs ancrages dans la structure.

Toute réparation doit faire l'objet d'un diagnostic précis et d'un projet technique réalisé par un spécialiste pour le compte et à la demande du niveau organisationnel.

Le projet doit entre-autres intégrer une étude économique car le coût d'exploitation sous chantier et les contraintes afférentes peuvent justifier le remplacement d'une ligne complète ou le changement de typologie de joint et/ou de méthodologie de pose.

Sous la réserve d'une urgence particulière, il convient d'examiner la faisabilité de mener ces travaux en concordance avec des travaux de réfection de la chaussée programmés (cf. Note d'information n° 24 - Ouvrages d'Art [42]).



Ce projet de réparation doit notamment tenir compte :

- du fonctionnement de l'ouvrage au moment de la réparation ;
- de la fragilité relative de certaines parties d'ouvrage (éviter l'utilisation de moyens lourds de démolition) ;
- du joint existant qui conditionne les possibilités d'ancrages du nouveau joint ;
- de la géométrie du tablier et du garde-grève ;
- des contraintes d'exploitation ;
- des critères de choix explicités au chapitre 3.

L'élaboration du projet de remplacement, généralement plus complexe que la mise en œuvre sur un ouvrage neuf, peut utilement s'appuyer sur les préconisations du guide technique « Contrôle des travaux de joints de chaussée et de trottoirs sur ouvrages neufs et en réparation » du LCPC (juin 2006) [31]. Cette complexité est évoquée dans le guide technique du LCPC de juin 2006 au chapitre 3 paragraphe 3 (pages 26 à 31).

La mise au point du projet de remplacement de la ligne de joints doit être particulièrement détaillée et adaptée à l'ouvrage. En données d'entrée il convient de posséder les éléments suivants :

- les caractéristiques du joint en place avec son mode de fixation à la structure ;
- la géométrie et les caractéristiques de la structure et de ses équipements en about de tablier dans le sens longitudinal et transversal y compris éventuellement au droit du trottoir (cessionnaires et co-gestionnaires) ;
- le projet doit prendre en compte les adaptations de profil en long nécessaires à la réalisation des travaux de raccordement de chaussée de part et d'autre de la ligne de joint sur une longueur de 6 à 10 m.

Un soin particulier doit être pris pour la définition du phasage des travaux, la prise en compte des sujétions d'exploitation et la justification de l'adéquation de la solution technique à ces contraintes.

En complément des indications du chapitre 3, les critères de choix du nouveau joint devront prendre en compte le type de joint existant et son ancrage à la structure. À l'exception d'un joint existant posé en feuillure il est très délicat voire impossible de poser un nouveau joint en feuillure.

L'annexe 5 du guide technique du LCPC précité détaille les opérations de contrôle pour les travaux de remplacement par un joint posé en feuillure (5.1), par un joint à solin ancré (5.2), par un joint à solin collé (5.3) et par un joint à revêtement amélioré (5.4). Des indications sur la répartition des contrôles entre les contrôles intérieurs à l'entreprise, les contrôles extérieurs et la position des points d'arrêt sont fournies par la fiche MEMOAR⁽¹²⁾ n° XI-1.

L'autorisation du démarrage des travaux doit être précédée par la validation par le gestionnaire de la procédure d'exécution des travaux exigible auprès de l'entreprise titulaire de la commande. Cette procédure traite de l'ensemble des moyens et méthodes nécessaires qu'il convient d'adapter ou renforcer en regard des contraintes d'exploitation.

En tout état de cause, la maîtrise d'œuvre est responsable du contrôle extérieur qui doit être effectif et effectué par des personnels compétents et formés.

6.3 - Les opérations sur l'ouvrage impliquant le joint de chaussée

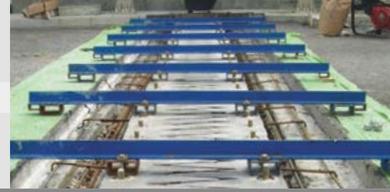
6.3.1 - Soulèvement de tablier

Les travaux de réparation sur les appareils d'appui peuvent avoir des répercussions sur la tenue et le dimensionnement des joints de chaussée. En effet, certains vérinages ne peuvent pas être effectués sans démonter les joints de chaussée et/ou les éléments de dilatation au droit du joint des dispositifs de retenue. Par ailleurs, certains types de joints possèdent des capacités de déformation verticale limitées. Les avis techniques précisent pour chaque type de joint les domaines d'emploi et les adaptations et recommandations nécessaires.

6.3.2 - Attelage de travées

Les attelages de travées concernent principalement les ouvrages de type VIPP et sont destinés à remplacer, afin de faciliter l'exploitation, les joints sur appuis intermédiaires soit par des liaisons souples au niveau du hourdis supérieur soit par une continuité mécanique entre les poutres au droit des entretoises d'extrémité.

(12) Memento pour la Mise en œuvre sur Ouvrage d'ART.



De ce fait la répartition des dilatations se trouve modifiée et les travaux, qui intègrent le changement des appareils d'appui, nécessitent également le changement des joints de chaussée d'extrémité et éventuellement au droit des joints intermédiaires subsistants.

6.3.3 - Mise en conformité parasismique

Dans le cadre d'un renforcement parasismique d'un ouvrage, il peut être nécessaire d'intervenir sur les joints de chaussée :

- joints sur appuis intermédiaires et joints d'extrémité dans le cas d'un attelage de travées effectué pour prévenir les échappements d'appui du tablier (voir paragraphe précédent) ;
- remplacement des joints de chaussée par des joints fusibles (qui doivent rompre en cas de séisme pour laisser le déplacement du tablier libre tout en limitant la transmission d'efforts aux parties structurales de la culée) ;
- remplacement des joints de chaussée pour augmenter le souffle admissible au droit des joints de chaussée et donc l'accélération admissible.

6.3.4 - Travaux sur chaussée et sur l'étanchéité

Le traitement des travaux de reprise de la chaussée et de l'étanchéité au droit des lignes de joints de chaussée doit faire l'objet de précautions particulières. Le guide technique de l'Ifsttar « Pathologie, diagnostic et réparation des chapes d'étanchéité » de novembre 2011 [41] détaille les précautions à prendre pour éviter l'endommagement de la ligne de joint, assurer une fermeture correcte de l'étanchéité et un bon compactage de la couche de roulement au raccordement avec le solin en béton (voir chapitre IV « solutions de réparation » §2 « techniques de réparation » §2.1.4 « reprise au droit du joint de chaussée »).

À l'occasion de la réalisation de ces travaux au droit des joints de chaussée, trois exigences sont distinguées :

- précautions lors de l'enlèvement des couches de chaussée ;
- maintien du drain éventuel et de la connexion avec l'étanchéité ;
- calage du niveau du joint par rapport à la surface du revêtement aux abords.

Les procédures proposées dans ce guide comprennent quatre étapes :

- enlèvement total ou partiel des couches de chaussée en section courante jusqu'à environ un mètre de la ligne de joint ;
- rabotage de finition à proximité du joint ;
- reconstitution de la fermeture de l'étanchéité selon l'épaisseur de chaussée remplacée ;
- mise en œuvre de l'enrobé avec des précautions particulières le long de la ligne de joint pour assurer le compactage correct et le nivellement 0/+2 mm par rapport aux arêtes du joint.

Il peut y avoir un grand intérêt, notamment sur les voies à fort trafic, à coupler les travaux de renouvellement des couches de chaussée et de remise en état ou réparation des joints de chaussée. Dans ce cas de figure la programmation des travaux doit comporter la dépose préalable des lignes de joint, l'opération de rabotage et de réfection de l'étanchéité et des couches de chaussée et la repose des nouveaux joints selon les techniques adaptées au type d'ouvrage et à la capacité de souffle à reprendre. Ces interventions font intervenir des entreprises routières et des entreprises spécialisées dans la fourniture et la pose des joints de chaussée. Le phasage des travaux pourra s'appuyer sur les recommandations fournies dans le guide sur le contrôle des travaux de joints de chaussée et de trottoirs sur ouvrages neufs et en réparation du LCPC (juin 2006).

6.3.5 - Adaptation de plate-forme routière (tram, circulation douce...)

Se référer au chapitre 2, §2.4 et au chapitre 3, §3.3.3.1.

6.4 - Conditions d'exploitation

La réalisation en pleine largeur des joints reste la configuration idéale (durabilité, sécurité du chantier) cependant les conditions d'exploitation imposent souvent de fractionner la réalisation des joints.

En fonction de la typologie des voies, de leur nature et de leur trafic, il conviendra si besoin d'adapter un phasage adéquat. Il sera possible de travailler par déviation, par alternat ou par basculement de chaussée.



6.4.1 - Le travail par demi chaussée (alternat ou basculement de chaussée)

Il s'agit d'intervenir sur une portion de la ligne de joint, tout en maintenant la circulation sur l'autre partie de la largeur de la chaussée. Dans cette configuration, le plan de prévention des risques revêt une importance capitale pour la sécurité des intervenants et doit être rédigé entre l'entreprise et l'exploitant de l'ouvrage.

Il convient :

- de prévoir, en fonction du modèle de joint, un calepinage adapté au phasage envisagé (Fig. 6-2 et 6-3) ;
- d'assurer une bonne qualité des reprises entre les tronçons (continuité des profilés caoutchouc, des fermetures de l'étanchéité...). La qualité des reprises sera en partie liée à l'espace de travail disponible pour les réaliser. En effet, les zones de reprises sont souvent situées à proximité immédiate des séparateurs de voies qui délimitent et protègent le chantier. La position et la largeur des voies laissées en circulation devront donc être prévues pour ménager un espace suffisant autour des reprises ;
- de positionner les reprises dans les zones les moins sollicitées, la jonction entre éléments constitue forcément une fragilisation de l'ensemble et ce principalement dans la zone donnée. Le positionnement au milieu des voies (en dehors des bandes de roulement) peut donc constituer une bonne alternative pour assurer la longévité.

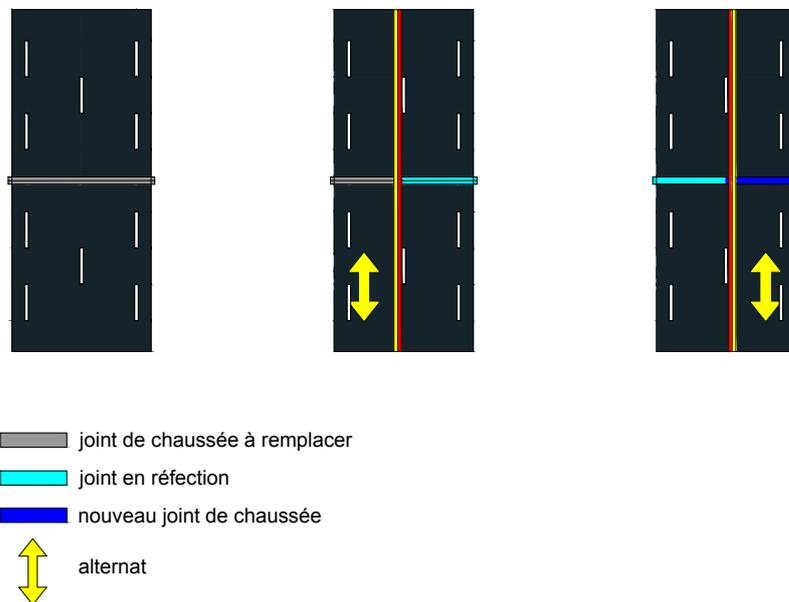


Figure 6-2 : Exemple de phasage pour une réfection de joint sur une chaussée bidirectionnelle 2x1 voies + BDD

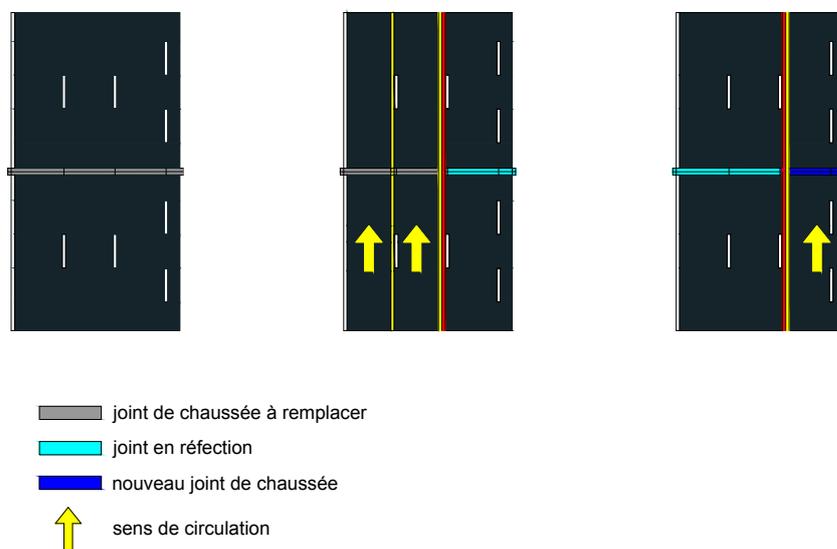
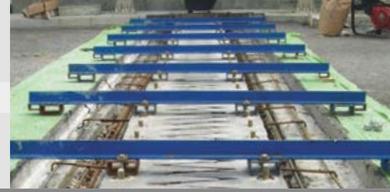


Figure 6-3 : Exemple de phasage pour une réfection de joint sur une chaussée unidirectionnelle à 3 voies + BAU



Dans tous les cas, ce travail par tronçon créera des reprises de bétonnage dans les solins qui ne sont pas optimales pour leur tenue dans le temps. En outre, certains organes du joint, comme les profilés en caoutchouc, peuvent être blessés au cours des basculements de circulation.

Il conviendra donc de limiter au maximum le nombre de tronçons et de reprises.

6.4.2 - Le balisage

Rappel sur la signalisation temporaire :

Sauf stipulation contraire du CCAP ou lorsque l'exploitant ne choisira pas ou n'aura pas la possibilité d'effectuer l'exploitation sur chantier en régie, la signalisation de chantier peut être à la charge de l'entrepreneur, conformément à l'article 31-5 du CCAG.

L'entrepreneur soumet à l'agrément du maître d'œuvre les plans de déviation(s) et signalisation(s) qui seront conformes à l'Instruction interministérielle sur la signalisation routière 5.

Livre I - 8^e partie : signalisation temporaire et aux manuels du chef de chantier de la signalisation temporaire édition 2000 :

- Volume 1 : manuel du chef de chantier – routes bidirectionnelles (publication Sétra) [43] ;
- Volume 2 : manuel du chef de chantier – routes à chaussées séparées (publication Sétra) [44] ;
- Volume 3 : manuel du chef de chantier – milieu urbain (publication CERTU) [45] ;
- Volume 4 : les alternats – guide technique [46] ;
- Volume 5 : conception et mise en œuvre des déviations – guide technique [47] ;

La signalisation verticale est conforme aux normes XP P98-501 [48], NF P98-532-6 [49], XP P98-541 [50]. Les équipements de balisage sont conformes aux spécifications de la norme NF P98-455 [51].

L'entrepreneur adapte cette signalisation dès que la situation du chantier se révèle différente de celle prévue à l'origine.

L'entrepreneur assure en permanence la maintenance de ces signalisations. Avant le début des travaux, pendant les travaux, l'entrepreneur fait connaître nominativement au maître d'œuvre le responsable de l'exploitation et de la signalisation du ou des chantiers, responsable qui doit pouvoir être contacté de jour comme de nuit.



Annexes

Annexe 1 : Aménagement de l'about de la structure en l'absence de joint de chaussée

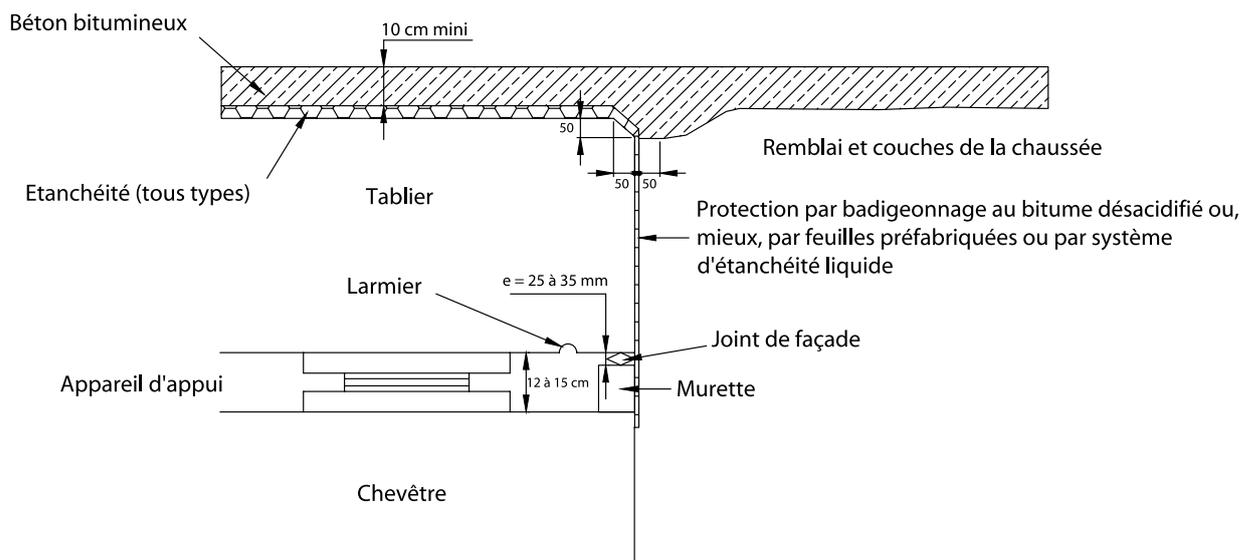


Figure A1-1 : Aménagement dans le cas d'un ouvrage sans retombée de dalle et chevêtre

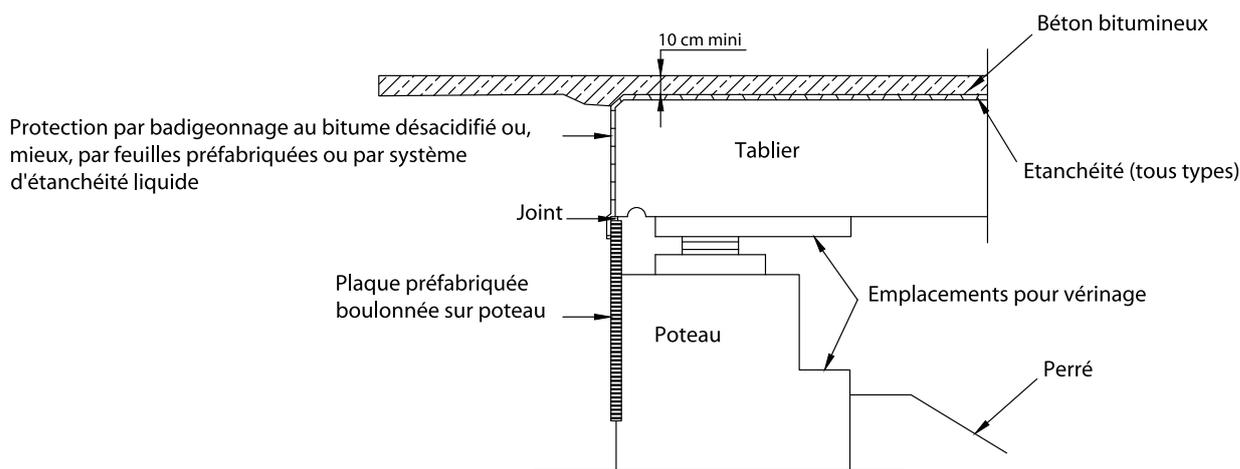


Figure A1-2 : Aménagement dans le cas d'un ouvrage sans retombée de dalle et poteau

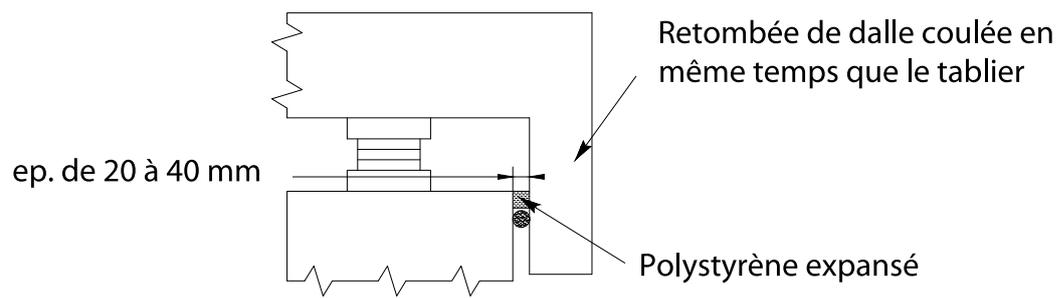


Figure A1-3 : Aménagement dans le cas d'un ouvrage avec retombée de dalle

Annexe 2 : Cas des ponts intégraux

Dans le cas des ponts intégraux, encastrés sur leurs culées, les dilatations / rétractations du tablier sont prises en charges par :

- la souplesse des fondations, généralement à base de profilés métalliques ;
- la configuration particulière de la dalle de transition et de la zone de transition en général.

Le but est d'éviter la formation d'une fissure franche à l'arrière de la culée. Suivant les recommandations de l'OFROU (Office Fédéral des ROutes) suisse, il s'agit de mettre en œuvre une dalle de transition longue et en position haute par rapport à la culée.

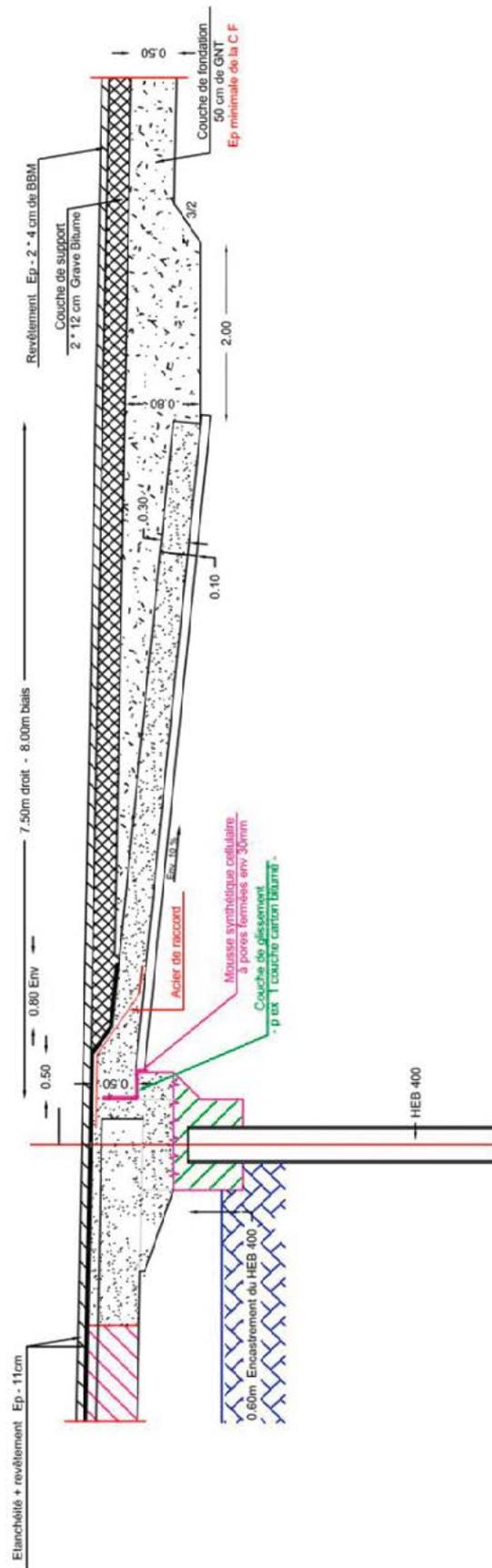


Figure A2-1 : Exemple de configuration de culée intégrale sur le modèle des recommandations de l'OFROU (Ouvrage de Comontreuil)

Annexe 3 : Systèmes de pose des rails et appareils de dilatation

Les longs rails soudés, ou LRS, constituent la méthode de pose couramment utilisée pour les voies ferrées. Ainsi, les rails peuvent être soudés sur plusieurs dizaines de kilomètres sans joint de dilatation.

Néanmoins, il peut être nécessaire de mettre en œuvre des appareils de dilatation (AD) sur les rails à proximité des abouts du pont. Ces appareils de dilatation (Fig. A3-1) compensent les efforts longitudinaux engendrés par les variations de longueur du tablier de pont et les freinages et accélérations dus aux matériels roulants. Ce dispositif permet au rail de se dilater ou de se raccourcir librement sans générer d'augmentation de contraintes dans le rail et la structure.

La mise en œuvre d'AD dépend de la longueur dilatable de l'ouvrage et du système de pose et de fixation du rail.



Figure A3-1 : Appareils de dilatation pour rails à gorge (Voie de Tramway)

La suite du chapitre présente les différents systèmes de voie et de fixation du rail, et les modalités de mise en œuvre d'AD au droit d'un pont. Il existe deux grands principes de voies ferroviaires : les voies ballastées et les voies en pose directe.

1 - Voie ballastée

La voie ballastée avec traverses est la méthode traditionnelle de réalisation des voies ferroviaires pour train de voyageurs et de fret. La fixation du rail sur les traverses est réalisée à l'aide d'attaches rigides ou élastiques. Les traverses peuvent être métalliques, en bois, en béton armé monobloc (Fig. A3-2) ou bi-bloc.



Figure A3-2 : Voie ballastée avec traverse monobloc préfabriquée

2 - Voie en pose directe sur dalle béton

La pose de voie sur dalle béton est une alternative à la voie ballastée avec traverses. La dalle peut-être coulée en place en englobant les traverses, ou constituée de dalles préfabriquées avec traverses incorporées (Fig. A3-3).



Figure A3-3 : Voie sur dalle béton - Rheda

3 - Voie en pose directe sur selle ancrée ou collée

La voie en pose directe sur selle est surtout utilisée pour le tramway. La pose directe consiste à installer des selles métalliques ancrées à la dalle de l'ouvrage au moyen d'inserts, ou collées sur la dalle en béton. La plateforme en béton est réalisée en deuxième phase pour bloquer l'ensemble selles - rails (Fig. A3-4).



Figure A3-4 : Pose directe sur selle pour Tramway

4 - Voie en pose directe sans attache ou rail noyé

Le développement des voies sans ballast a permis d'éprouver de nombreux systèmes de fixation de rail en pose directe sur dalle béton. La pose directe sans attache consiste à encastrer le rail dans la dalle au moyen d'une résine (Fig. A3-5 et A3-6). Cette résine est coulée gravitairement le long du rail positionné et calé dans sa réservation, communément appelée gorge.



Figure A3-5 : Pose directe noyée

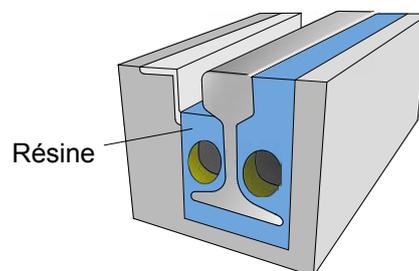


Figure A3-6 : Rail noyé

Le rail peut être muni d'un soufflet d'étanchéité pour permettre le mouvement relatif du rail, il s'agit d'une enveloppe de caoutchouc qui enserre le rail, communément appelée jaquette ou encapsulage, et qui peut être muni d'un lubrifiant ou d'un film en polytétrafluoréthylène (PTFE) (par exemple) favorisant le glissement.

5 - Distance entre support de rails

La distance maximale entre deux traverses bi-bloc (constituée de deux blochets en béton reliés par une entretoise), ou une traverse bi-bloc et l'extrémité d'une gorge de rail noyé, est de 60 cm environ.

6 - Tramway sur pneu

Dans le cas de tramway sur pneu, la charge roulante du véhicule est transmise directement à la voie par les roues sur le plan de roulement en béton. La dalle de voie en béton est équipée d'un rail de guidage central (un rail par voie) caractérisé par un rail de type pont roulant. Le rail de guidage est un produit en acier laminé, constitué de 2 faces principales supérieures inclinées servant à diriger le système de guidage par galets (Fig. A3-7).



Figure A3-7 : Rail de guidage pour tramway à pneu

7 - Modalité de mise en œuvre des AD

Il existe, sur une voie ferrée, des cas particuliers nécessitant une libre dilatation des rails supérieure à celle permise par les joints courants. Dans le cas du franchissement de joints de dilatation propres à un ouvrage d'art dont la perméabilité (libre jeu laissé à la dilatation) est trop importante, un appareil de dilatation (AD) est utilisé. Il s'agit d'un appareil de voie constitué de deux rails (aiguilles) taillés en biseau venant se plaquer contre deux autres rails usinés (contre-aiguilles) de manière à ce qu'il n'y ait pas de discontinuité dans la surface de roulement. Le couple aiguille/contre-aiguille est maintenu en contact par des coussinets leur interdisant tout déplacement latéral tout en autorisant un libre déplacement longitudinal (Fig. A3-8).



Figure A3-8 : Appareils de dilatation pour rail à gorge (voies de tramway)

Les appareils de dilatation sont mis en œuvre sur ouvrages d'art selon deux critères : la longueur dilatable et le type de voie.

Le tableau A3-1 ci-après résume les valeurs limites de longueurs dilatables ne nécessitant pas de pose d'AD sur ouvrage d'art.

Type de voie	Longueur dilatable maximum sans AD
Voie ballastée avec attaches rigides	80 à 90 m
Voie ballastée avec attaches élastiques	Jusqu'à 120 m
Voie en pose directe avec attaches rigides	80 à 90 m
Voie en pose directe avec attaches élastiques	Jusqu'à 150 m
Voie en pose directe sans attache - rail noyé	25 à 35 m
Voie en pose directe sans attache - rail noyé avec enveloppe	Jusqu'à 50 m

Tableau A3-1 : Longueurs dilatables maximums sans AD sur ouvrage d'art en fonction du type de voie

Ces valeurs sont données à titre indicatif et conservatoire, mais il est généralement souhaitable de réaliser une analyse non-linéaire d'Interaction Rail-Structure (IRS), prenant en compte la raideur relative de l'ouvrage d'art (conditions d'appuis et type de structure) et de la voie (types d'attaches), pour connaître la répartition des efforts longitudinaux entre la structure et le rail.

Quand les AD sont jugés nécessaires, soit à l'issue d'une étude d'IRS soit par l'analyse des conditions structurelles et de pose de voie, ceux-ci sont prévus hors ouvrages et généralement placés à proximité immédiate du joint de tablier. Les appareils de voies peuvent être placés exceptionnellement sur l'ouvrage, si par exemple les tronçons hors ouvrage sont courbes en plan, et dans ce cas les AD sont placés à un about (Fig. A3-9).

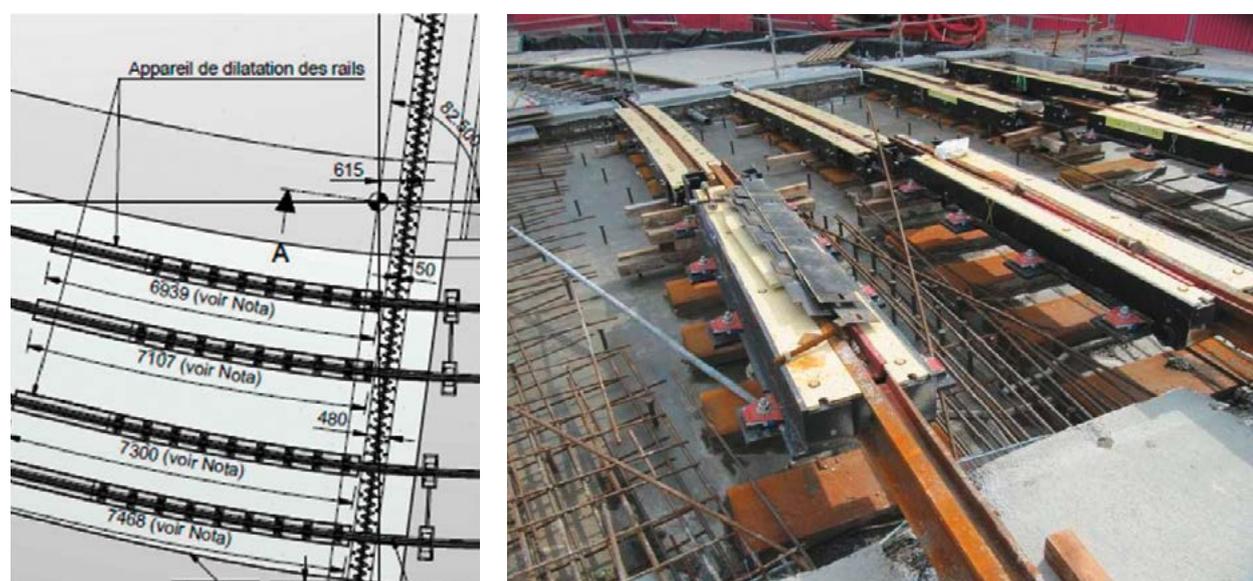


Figure A3-9 : AD en about de tablier pour rails noyés (voies de Tramway)

Annexe 4 : Cartographie des températures (EN1991-1-5 Annexe nationale)

Températures extrêmes de l'air sous abri, par département métropolitain (en °C)

Département	T_{\max}	T_{\min}	Département	T_{\max}	T_{\min}	Département	T_{\max}	T_{\min}
Ain	40	-30	Gers	40	-20	Pyrénées-Atlantiques	40	-20
Aisne	40	-25	Gironde	40	-15	Hautes-Pyrénées	40	-20
Allier	40	-30	Hérault	40	-20	Pyrénées-Orientales	40	-20
Alpes-de-Haute-Provence	40	-15	Ille-et-Vilaine	35	-15	Bas-Rhin	40	-30
Hautes-Alpes	40	-25	Indre	40	-25	Haut-Rhin	40	-30
Alpes-Maritimes	40	-15	Indre-et-Loire	40	-20	Rhône	40	-30
Ardèche	40	-25	Isère	40	-30	Haute-Saône	40	-30
Ardennes	40	-25	Jura	40	-30	Saône-et-Loire	40	-25
Ariège	40	-20	Landes	40	-20	Sarthe	40	-20
Aube	40	-30	Loir-et-Cher	40	-20	Savoie	40	-30
Aude	40	-20	Loire	40	-30	Haute-Savoie	40	-30
Aveyron	40	-20	Haute-Loire	40	-25	Ville de Paris	40	-20
Bouches-du-Rhône	40	-15	Loire-Atlantique	40	-15	Seine-Maritime	35	-20
Calvados	35	-20	Loiret	40	-20	Seine-et-Marne	40	-25
Cantal	40	-25	Lot	40	-20	Yvelines	40	-20
Charente	40	-20	Lot-et-Garonne	40	-20	Deux-Sèvres	40	-20
Charente-maritime	40	-15	Lozère	40	-25	Somme	35	-20
Cher	40	-25	Maine-et-Loire	40	-20	Tarn	40	-20
Corrèze	40	-25	Manche	35	-15	Tarn-et-Garonne	40	-20
Corse-sud	40	-10	Marne	40	-25	Var	40	-15
Haute-Corse	40	-10	Haute-Marne	40	-25	Vaucluse	40	-15
Côte-d'Or	40	-25	Mayenne	40	-20	Vendée	40	-15
Côtes-d'Armor	35	-15	Meurthe-et-Moselle	40	-30	Vienne	40	-20
Creuse	40	-25	Meuse	40	-25	Haute-Vienne	40	-25
Dordogne	40	-20	Morbihan	35	-15	Vosges	40	-30
Doubs	40	-30	Moselle	40	-30	Yonne	40	-25
Drôme	40	-25	Nièvre	40	-25	Territoire de Belfort	40	-30
Eure	35	-20	Nord	35	-25	Essonne	40	-20
Eure-et-Loir	40	-20	Oise	40	-20	Hauts-de-Seine	40	-20
Finistère	35	-15	Orne	40	-20	Seine Saint-Denis	40	-20
Gard	40	-15	Pas-de-Calais	35	-20	Val-de-Marne	40	-20
Haute-Garonne	40	-20	Puy-de-Dôme	40	-25	Val-d'Oise	40	-20

Pour les Départements et Régions d'Outre-Mer, les valeurs à utiliser sont :

$$T_{\max} = + 40 \text{ °C}$$

$$T_{\min} = + 10 \text{ °C}$$

Annexe 5 : Méthode de calcul de la température de l'ouvrage (méthode de Madame Emerson)

(cf annexe B.2 de la norme NF EN 1337-10 [22]).

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.

La température moyenne de la structure peut être déterminée à l'aide des expressions suivantes, suivant le type d'ouvrage :

(« y » représente la température moyenne journalière minimale)

Pour les ponts en béton :

$$y = 1,14.x - 1,1$$

(avec un minimum de T_{moy} à 8h00 + 1h et un maximum à 19h00 + 1h, heures données GMT), où x est la température moyenne à l'ombre des dernières 48 heures, obtenue en prenant la moyenne :

- de la température minimale à l'ombre pendant la journée ;
- de la température maximale à l'ombre pendant la journée précédente ;
- de la température minimale à l'ombre pendant la journée précédente ;
- de la température maximale à l'ombre pendant l'avant-dernière journée.

Pour les ponts mixtes :

$$y = 1,14.x - 2,6$$

(avec un minimum de T_{moy} à 7h00 + 1h et un maximum à 17h00 + 1h), où x est la température moyenne à l'ombre des dernières 24 heures, obtenue en prenant la moyenne :

- de la température minimale à l'ombre pendant la journée ;
- de la température maximale à l'ombre pendant la journée précédente.

Pour les ponts en acier :

$$y = 1,1.x - 1,3$$

(avec un minimum de T_{moy} à 6h00 + 1h et un maximum à 15h00 + 1h), où x est la température minimale à l'ombre pendant la journée.

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
Novembre à février	3	7	12	1	5	8	0	3	6
Mars, avril, septembre, octobre	6	10	20	3	8	15	1	5	10
Mai à août	6	12	26	4	9	19	2	6	12

1 : pont en béton 2 : ossature mixte 3 : pont en acier

Exemple de détermination de T_{moy} d'un pont en béton par un jour clair et ensoleillé, au printemps.

La température moyenne sous abri sur 48 heures est de 14 °C.

La température à 8h00 +1h de l'ouvrage devrait être :

$$y = 1,14 \times 14 - 1,1 = 14,86 \approx 15^\circ.$$

L'étendue journalière est de 6 °C, donc, dans l'ouvrage, la température moyenne journalière maximale pour ce jour sera de l'ordre de 21° à 19h00 + 1h.

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

Annexe 6 : La sécurité des usagers lors du franchissement du joint

La partie 1 de l'ETAG 032 [2] distingue 3 catégories d'usagers:

- les véhicules motorisés ;
- les cyclistes ;
- les piétons.

1 - Pontage du vide

La partie 1 de l'ETAG donne les dimensions maximales des espaces et des vides présents au niveau de la surface de roulement à la surface du joint en fonction des catégories d'usagers.

Définition d'espace (gap (●)) suivant l'ETAG partie 1 :

Ouverture au niveau de la surface de roulement entre les éléments constitutifs du joint de chaussée. Géométriquement, elle est caractérisée par une grande longueur et une petite largeur. C'est généralement cette largeur qui décrit géométriquement l'**espace** (Fig. A6-1).

- direction du trafic (a)
- axe longitudinal du joint (b)

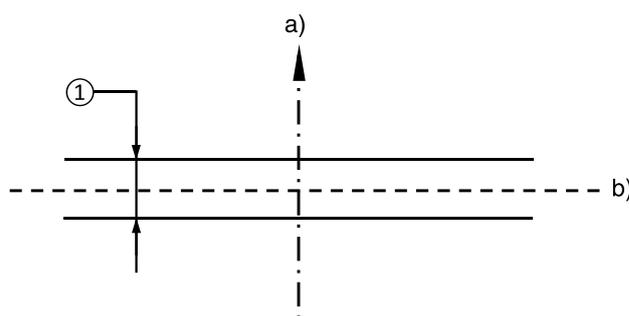


Figure A6-1 : Espace (gap) d'un joint de chaussée

Le terme d'**espace** n'est pas strictement limité aux éléments rectilignes.

Définition de vide (void) suivant l'ETAG partie 1 :

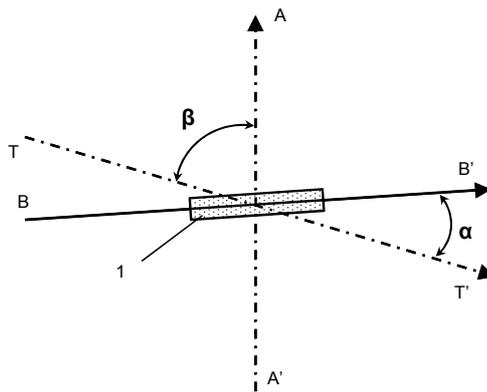
Ouverture au niveau de la surface de roulement ne présentant aucune capacité portante. Un vide est généralement décrit selon deux dimensions.

Pour les véhicules motorisés et les cyclistes, l'ETAG spécifie que le joint ne doit pas permettre qu'une sphère de 10 cm de diamètre ne se déplace verticalement d'une distance supérieure à son rayon.

Les véhicules motorisés

Le joint de chaussée ne doit pas permettre de déplacements verticaux supérieurs à 1 cm pour les gabarits suivants placés en fonction de la direction du trafic (Fig. A6-2) :

- un rectangle de 10 cm par 20 cm, disposé horizontalement n'importe où et orienté dans n'importe quelle direction ;
- un rectangle de 6,5 cm par 22 cm disposé horizontalement n'importe où et orienté suivant un angle α compris entre -20° et $+20^\circ$ par rapport à la direction du trafic ;
- un rectangle de 4,5 cm par 35 cm disposé horizontalement n'importe où et orienté suivant un angle α compris entre -20° et $+20^\circ$ par rapport à la direction du trafic.



TT' : Direction du trafic – AA' : axe du joint, BB' : orientation du gabarit, 1 : gabarit

Figure A6-2 : Evaluation des espaces et vides acceptables

Le fabricant du joint doit déclarer les valeurs angulaires limites β entre la direction du trafic et l'axe longitudinal du joint de chaussée pour lesquelles ces exigences sont remplies.

Dans le cas où l'axe du joint serait proche de la direction des circulations (angle inférieur à 20°), l'ouverture maximale de celui-ci est limitée à 45 mm.

Les cyclistes

Les véhicules à deux-roues peuvent être exposés à des risques accrus de chute au franchissement de certains types de joints de chaussée. Ces risques sont essentiellement liés à 3 problèmes : l'effet « rail de tramway », les vides et le problème de glissance.

L'effet rail de tramway désigne le risque de guidage d'une roue entre les éléments parallèles présentés par certaines familles de joint (profilés métalliques, dents d'un peigne).

Vis-à-vis de ce risque, l'ETAG précise dans ses exigences de bases :

Le joint de chaussée ne doit pas permettre de déplacements verticaux supérieurs à 1 cm pour les gabarits suivants placés en fonction de la direction du trafic :

- un rectangle de 2 cm par 22 cm disposé horizontalement n'importe où et orienté suivant un angle α compris entre -20° et $+20^\circ$ par rapport à la direction du trafic ;
- un rectangle de 10 cm par 20 cm disposé horizontalement n'importe où et orienté dans n'importe quelle direction.

Le fabricant du joint doit déclarer les valeurs angulaires β limites entre la direction du trafic et l'axe longitudinal du joint de chaussée pour lesquelles ces exigences sont remplies.

Nota : Ces règles sont applicables pour les cyclistes et les petits véhicules deux roues motorisés.

La conception du joint de chaussée peut être adaptée pour pouvoir remplir ces exigences (ajouts de lamelles entre les dents d'un peigne par exemple).

Avant même la publication de l'ETAG, les avis techniques du Cerema/DTECTM précisait déjà les précautions à prendre en cas de circulation cycliste sur certains modèles de joints.

Sur un joint à hiatus :

Pour que la circulation des 2 roues puisse se faire avec une sécurité convenable et éviter l'effet « rail de tramway » ce modèle de joint doit être posé de telle sorte que son axe fasse un angle notable avec le sens de circulation ; un angle de 15 à 20° paraît un minimum.

Ceci implique donc, en emploi entre deux structures accolées (élargissement de pont par ex.), une prise en compte de cet aspect de la sécurité. Comme le risque diminue quand le joint est très fermé, son utilisation est possible pour une circulation des 2 roues quasi-parallèle au joint. Dans ces conditions, l'écartement entre profilés métalliques sera calé entre 20 et 25 mm qui est l'écartement minimal pour la mise en place du profilé [...].

Exemple pour un joint à peigne en console (à dents) :

L'attention de la maîtrise d'œuvre est attirée, pour la prise en compte de son aménagement, sur le fait que, en position d'ouverture maximale du joint, le vide créé entre les éléments métalliques (entre creux et pointes de dents) et le dessus du profilé caoutchouc n'offre pas une sécurité suffisante à la circulation des deux-roues (vélo et similaire). En outre, un effet de « rail de tramway » peut se produire sur ouvrages biais dans le cas où le sens de trafic correspondrait à un axe parallèle aux bords des dents. Pour éviter ce risque, des possibilités d'aménagement existent.

Autre exemple pour un joint à pont en porte-à-faux à peigne :

Ce type de joint, du fait du danger représenté par le vide entre les dents, n'accepte pas la circulation des vélos et des « deux-roues » de cylindrée inférieure à 50 cm³.

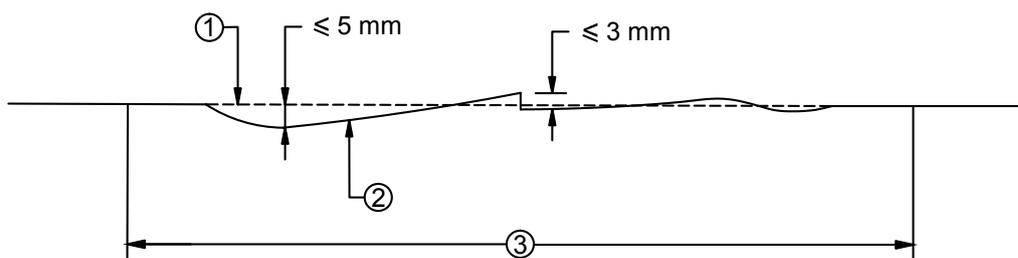
Les piétons

En cas de circulation piétonne, le joint ne doit pas permettre un déplacement vertical supérieur à 2 cm pour un disque de 8 cm de diamètre disposé horizontalement à tout endroit de la surface.

Différences de niveaux (Fig. A6-3)

En l'absence de déformation horizontale imposée et des surcharges sur l'ouvrage, les différences de niveaux au niveau du joint de chaussée par rapport à la ligne idéale de raccordement entre les chaussées adjacentes ne doivent pas dépasser 5 mm.

En outre, les éventuels décrochements de la surface de roulement ne doivent pas excéder 3 mm.



- (1) : ligne idéale de raccordement
- (2) : surface de roulement au droit du joint
- (3) : joint de chaussée

Figure A6-3 : Exemples de différences de niveaux

Familles	Exigences complémentaires sur les dimensions maximales des cassures/décrochements de la surface de roulement
Joints sous revêtement (ETAG Partie 2)	Non pertinent
Joints à revêtement amélioré (ETAG Partie 3)	Les exigences communes s'appliquent, sous réserve que le joint satisfasse à des essais spécifiques décrits dans l'ETAG partie 3.
Joints à lèvres (ETAG Partie 4)	<p>Lorsque le joint intègre des lèvres métalliques profilées, la pente entre le profil métallique et la surface de roulement adjacente ne doit pas excéder 2 %, dans la direction du trafic.</p> <p>Pour les joints à lèvres non profilées, la notion de pente n'est pas pertinente.</p>

Figure A6-4 : Différences de niveaux

Familles	Exigences complémentaires sur les dimensions maximales des cassures/décrochements de la surface de roulement
Joints à matelas ou joints à bande (ETAG Partie 5)	<p>En l'absence de chargement et de déformation horizontale, les exigences communes s'appliquent.</p> <p>En condition de déformations maximales, fermeture ou ouverture, mais sans charge supplémentaire appliquée au droit du joint, la différence entre les niveaux des surfaces de roulement du joint à matelas ne doit pas excéder 12 mm et les cassures/décrochements 8 mm.</p> <p>Sous chargement, les exigences communes s'appliquent. En complément, les cassures/décrochements ne doivent pas excéder 8 mm.</p>
Joints en console ou joints cantilever (ETAG Partie 6)	<p>En l'absence de chargement au droit du joint, les dents profilées entrecroisées ne doivent pas générer de différences de niveaux supérieures à celles prévues par les exigences de base.</p> <p>En cas de trafic de type véhicule motorisé, sous chargement au droit du joint, les dents profilées entrecroisées ne doivent pas générer de différences de niveaux supérieures à 12 mm à l'ELS. Si les pièces ne sont pas profilées, les cassures/décrochements dans la direction du trafic ne doivent pas excéder 5 mm.</p>
Joints appuyés (ETAG Partie 7)	<p>Joints à plaque appuyée sans peigne :</p> <p>a) En situation à vide : Les exigences communes s'appliquent.</p> <p>b) En situation chargée (charges disposées sur le joint lui-même) : Les exigences suivantes pour les déformations verticales s'appliquent : <i>Sous combinaisons ELS, les exigences suivantes s'appliquent :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - aucune pièce du joint ne doit plastifier, - les déformations verticales sous chargement au droit du joint doivent rester inférieures à 5 mm, - le contact entre les plaques de pontage et leur support doit être maintenu en permanence (i.e. toutes les surfaces de contact doivent rester comprimées), - lors du déchargement, aucun soulèvement ne doit se produire. <p><i>Sous combinaisons ELU, les exigences suivantes s'appliquent :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - vérification de l'équilibre statique. <p>Joints à plaque appuyée avec peigne :</p> <p>a) En situation à vide : Les exigences communes s'appliquent.</p> <p>b) En situation chargée (charges disposées sur le joint lui-même) : Les exigences suivantes pour les déformations verticales s'appliquent : <i>Sous combinaisons ELS, les exigences suivantes s'appliquent :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - aucune pièce du joint ne doit plastifier, - les déformations verticales sous chargement au droit du joint doivent rester inférieures à 5 mm, - il ne doit pas se créer de mise en contact entre les peignes entrecroisés, - le contact entre les plaques de pontage et leur support doit être maintenu en permanence (i.e. toutes les surfaces de contact doivent rester comprimées), - lors du déchargement, aucun soulèvement ne doit se produire. <p><i>Sous combinaisons ELU, les exigences suivantes s'appliquent :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - vérification de l'équilibre statique. <p>Joints à plaque appuyée à lame roulante :</p> <p>a) En situation à vide : Les exigences communes s'appliquent.</p> <p>b) En situation chargée (charges disposées sur le joint lui-même) : Les exigences suivantes pour les déformations verticales s'appliquent : <i>Sous combinaisons ELS, les exigences suivantes s'appliquent :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - aucune pièce du joint ne doit plastifier, - les déformations verticales sous chargement au droit du joint doivent rester inférieures à 5 mm, - le contact entre les plaques de pontage et leur support doit être maintenu en permanence (i.e. toutes les surfaces de contact doivent rester comprimées), - lors du déchargement, aucun soulèvement ne doit se produire. <p><i>Sous combinaisons ELU, les exigences suivantes s'appliquent :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - vérification de l'équilibre statique.
Joints modulaires (ETAG Partie 8)	<p>Pas d'exigence complémentaire aux exigences de base.</p>

2 - La glissance

Le problème de glissance est, comme son nom l'indique, induit par la différence de rugosité et d'adhérence entre la zone du joint de chaussée et la chaussée adjacente. Cette discontinuité peut augmenter l'accidentologie des deux-roues en cas de freinage ou de virage.

L'ETAG impose de recourir à des essais dès que le joint présente des surfaces planes (absence d'aspérités supérieure à 1,2 mm) de dimensions supérieures à 150 mm par 150 mm.

Ces essais peuvent être réalisés suivant la norme d'essai NF EN 13036-4 « Caractéristiques de surface des routes et aérodromes – Méthode d'essai – Partie 4 : Méthode d'essai pour mesurer l'adhérence d'une surface : L'essai au pendule » [52].

En outre, il est précisé que le drainage du joint doit éviter toute rétention d'eau ou de neige fondante. Le drainage participe ainsi à la diminution du risque de glissance.

Exemple de précautions pour un joint pont à bande :

Sécurité de la circulation : de par sa conception, ce modèle de joint de chaussée est très bien adapté à une circulation des deux roues par temps sec. Par contre, le joint peut entraîner des problèmes de glissance des pneus en présence de pluie, plus particulièrement pour les deux-roues. Ce point [...] doit faire l'objet d'une réflexion globale pour la mise au point d'une solution. Pour le moment, les essais d'amélioration réalisés sur des modèles de joint « tout caoutchouc » n'ont pas donné satisfaction du point de vue de la durabilité.

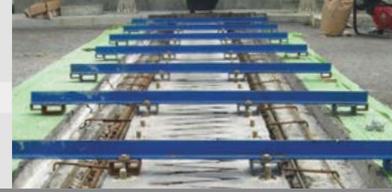
La glissance du caoutchouc n'est pas pire que celle du métal. Perte d'adhérence de 50 % (essai d'adhérence au pendule SRT (Skid Resistance Tester) montre un passage de 0,6 sur chaussée à environ 0,3 sur joint, chute du GN (Grip Number) de 40 % environ entre sec et mouillé) (cf. NF P98-220-2 [53]).

Si nécessaire, envisager un essai de glissance pour la signalisation au sol (cf ASQUER) sur un joint métal et/ou un joint à bande.

Annexe 7 : Les documents de fin de chantier

En fin de chantier, lors de la réception des travaux, le maître d'œuvre doit exiger de l'entreprise les documents suivants :

- les plans conformes à l'exécution du joint de chaussée et du joint de trottoir (position des ancrages dans le ferrailage, dispositions particulières au niveau des trottoirs, drainage, etc.) ;
- la fiche d'entretien du joint avec les procédures de réparations ponctuelles ;
- la fiche de suivi chantier avec enregistrements des contrôles réalisés lors du chantier (géométrie, température, conformité des produits, résultats des essais...) ;
- les fiches de non-conformité et de leur traitement.



Bibliographie

Textes officiels

- [3] Règlement n° 305/2011/UE dit « Règlement des Produits de Construction » (RPC)
- [4] Norme NF EN 1993-2 (2007), Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 2 : Ponts métalliques, AFNOR, France
- [5] Norme NF EN 1992-1-1 (2005), Eurocode 2 – Calcul des structures en béton – Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments, AFNOR, France
- [6] Norme NF EN 206/CN (2014), Béton – Partie 1 : spécification, performance, production et conformité – Complément national à la norme NF EN 206, AFNOR, France
- [15] Norme NF EN 1990 (2003), Eurocode 0 – Bases de calcul des structures, AFNOR, France
- [16] Norme NF EN 1990/A1 (2006), Eurocode 0 – Annexe A2 : Application aux ponts, AFNOR, France
- [17] Norme NF EN 1991-1-5 (2004), Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-5 : Actions générales – Actions thermiques, AFNOR, France
- [18] Norme NF EN 1991-2 (2004), Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 2 : Actions générales – Actions sur les ponts dues au trafic, AFNOR, France
- [19] Norme NF EN 1992-2 (2006), Eurocode 2 – Calcul des structures en béton – Partie 2 : Ponts en béton, Calcul et dispositions constructives, AFNOR, France
- [20] Norme NF EN 1994-2 (2006), Eurocode 4 – Calcul des structures mixtes acier-béton – Partie 2 : règles générales et règles pour les ponts, AFNOR, France
- [21] Norme NF EN 1998-2 (2006), Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 2 : ponts, AFNOR, France
- [22] Norme NF EN 1337-10 (2004), Appareils d'appui structuraux – Partie 10 : Surveillance et entretien, AFNOR, France
- [33] Norme NF EN 13670 (2013), Exécution des structures en béton, AFNOR, France
- [48] Norme XF P98-501 (2002), Signalisation routière verticale - Généralités, AFNOR, France
- [49] Norme NF P98-532-6 (1991), Signalisation routière verticale – Catalogues des décors des panneaux de signalisation et des panonceaux – Partie 6 : Dimensions et graphismes des panneaux temporaires, AFNOR, France
- [50] Norme XP P98-541 (2005), Signalisation routière verticale temporaire – Panneaux et supports – Dimensions principales et tolérances dimensionnelles, AFNOR, France
- [51] Norme NF P98-455 (1991), Equipements de la route – Visualisation du balisage des obstacles et dangers temporaires – Caractéristiques colorimétriques et photométriques des produits fluorescents et/ou rétro réfléchissants, AFNOR, France
- [52] Norme NF EN 13036-4 (2012), Caractéristiques de surface des routes et aérodromes – Méthode d'essai – Partie 4 : méthode d'essai pour mesurer l'adhérence d'une surface : l'essai au pendule, AFNOR, France
- [53] Norme NF P98-220-2 (1994), Essais relatifs aux chaussées – Essais liés à l'adhérence – Partie 2 : méthode permettant d'obtenir un coefficient de frottement longitudinal (adhérence longitudinale), AFNOR, France

Guides

- [1] Élargissement des ponts en maçonnerie - Guide technique (2001), Sétra, France
- [8] Guide du Projeteur Ouvrages d'Art – Ponts courants – Guide technique (1999), Sétra, France
- [9] Assainissement des ponts routes – Evacuation des eaux, perrés, drainage, corniches-caniveaux... - Guide technique (1989), Sétra, France
- [10] Les trottoirs sur les ponts et aux abords immédiats - Guide technique (2005), Sétra, France



- [11] Corniches (GC) – Collection du guide technique GC (1994), Sétra, France
- [12] Barrières de sécurité pour la retenue des poids lourds (Barrières de niveau H2 ou H3) – Collection du guide technique GC (1999), Sétra, France
- [13] Dispositifs de retenue routiers marqués CE sur ouvrages d’art – De la conception de l’ouvrage à la mise en œuvre des dispositifs de retenue – Collection Références (2014), Cerema, France
- [14] Les écrans acoustiques – Guide de conception et de réalisation – Guide technique (2007), Certu, France
- [23] Appareils d’appui à pot – Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires - Guide technique (2007), Sétra, France
- [24] Eurocodes 0 et 1 – Application aux ponts routes et passerelles - Guide méthodologique (2010), Sétra, France
- [25] Appareils d’appui en élastomère fretté – Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires - Guide technique (2007), Sétra, France
- [26] Ponts en zone sismique : Conception et dimensionnement selon l’Eurocode 8 - Guide méthodologique (2012), Sétra, France (version provisoire février 2012)
- [27] Conception et dimensionnement des structures de chaussée – Guide technique (1994), LCPC/Sétra, France
- [28] Chaussées en béton - Guide technique (2000), LCPC/Sétra, France
- [29] Guide pour le choix des classes d’exposition des ouvrages d’art en béton, Solutions béton (2010), France
- [31] Le contrôle des travaux de joints de chaussée et de trottoirs sur ouvrages neufs et en réparation - Guide technique (2006), LCPC, France
- [38] Surveillance et entretien courant des ouvrages d’art routier – Guide technique (2011), Sétra, France
- [39] Entretien des Ouvrages d’Art – Guide à l’usage des subdivisions – Guide technique (2000), Sétra, France
- [40] Prévention des pathologies courantes d’ouvrages d’art – Guide technique (1998), LCPC, France
- [41] Pathologie, diagnostic et réparation des chapes d’étanchéité d’ouvrages d’art - Guide technique (2011), Ifsttar, France

Autres documents

- [2] ETAG n° 032 – Guideline for European Technical Approval of expansion joints for road Bridges – Part 1 to 8 (2013), EOTA®, Belgique
- [7] STER 81 – Surfçage, étanchéité et couches de roulement des tabliers d’ouvrages d’art (STER 81) (1981), Sétra, France
- [30] Fascicule n° 65 – Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou précontraint (2014), MEDDE
- [32] MEMOAR – Mémento pour la mise en œuvre sur ouvrages d’art – Fiche n° XI-1 : Mise en œuvre des joints de chaussée (2010), Sétra, France
- [34] Instruction technique pour la surveillance et l’entretien des ouvrages d’art (ITSEOA) – Fascicule 0 – Dispositions générales applicables à tous les ouvrages (2010), Sétra, France
- [35] Instruction technique pour la surveillance et l’entretien des ouvrages d’art (ITSEOA) – Fascicule 2 – Généralités sur la surveillance (2010), Sétra, France
- [36] Instruction technique pour la surveillance et l’entretien des ouvrages d’art (ITSEOA) – Fascicule 21 – Equipements des ouvrages d’art (2011), Sétra, France
- [37] IQOA : équipements et éléments de protection – Catalogue des désordres (1996), Sétra/DR/LCPC, France
- [42] Note d’information n° 24 - Ouvrages d’art – Propositions d’actions pour le remplacement des joints de chaussée sur ouvrages en service (2003), Sétra, France
- [43] Signalisation temporaire – Manuel du chef de chantier, Volume 1 : routes bidirectionnelles (2000), Sétra, France
- [44] Signalisation temporaire – Manuel du chef de chantier, Volume 2 : routes à chaussée séparées (2002), Sétra, France
- [45] Signalisation temporaire – Manuel du chef de chantier, Volume 3 : milieu urbain (2003), Sétra, France
- [46] Signalisation temporaire – Volume 4 : Les alternats (2000), Sétra, France
- [47] Signalisation temporaire – Volume 5 : Conception et mise en œuvre des déviations (2000), Sétra, France

© 2016 - Cerema

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement, créé au 1^{er} janvier 2014 par la fusion des 8 CETE, du Certu, du Cetmef et du Sétra.

Le Cerema est un établissement public à caractère administratif (EPA), sous la tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère de l'Égalité des territoires et du Logement. Il a pour mission d'apporter un appui scientifique et technique renforcé, pour élaborer, mettre en œuvre et évaluer les politiques publiques de l'aménagement et du développement durables, auprès de tous les acteurs impliqués (État, collectivités territoriales, acteurs économiques ou associatifs, partenaires scientifiques).

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Cerema est illicite (loi du 11 mars 1957). Cette reproduction par quelque procédé que se soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Coordination et suivi d'édition › Cerema, Direction technique infrastructures de transport et matériaux, Département de la valorisation technique, Pôle édition multimédia : **Pascale Varache**

Mise en page › **Studio Ogham** - 2-4, rue de l'industrie - 31320 Castanet-Tolosan

Illustration couverture › © **RCA (Le pont Eric Tabarly - Nantes)**

Illustrations et graphiques intérieurs › © Cerema - © Cofiroute - © Communauté d'agglomération du Grand Besançon -

© Conseil Général 54 - © Conseil Général 59 - © P. Dantec - © DIR Atlantique - © DiRIF - © EOTA® - © ESCOTA - © Freyssinet -

© Ifsttar (ex LCPC) - © C. Jacquet - © RCA - © Systra

Impression › **Graph Imprim - France Repro** - 9-11, rue Sinclair - 94000 Créteil - Tél : 01 48 93 85 85

Cet ouvrage a été imprimé sur du papier issu de forêts gérées durablement (norme PEFC) et fabriqué proprement (norme ECF). L'imprimerie Graph Imprim est une installation classée pour la protection de l'environnement et respecte les directives européennes en vigueur relatives à l'utilisation d'encre végétales, le recyclage des rognures de papier, le traitement des déchets dangereux par des filières agréées et la réduction des émissions de COV.

Achevé d'imprimer : **mars 2016**

Dépôt légal : **mars 2016**

ISBN : **978-2-37180-115-8**

ISSN : **2276-0164**

Prix : **69 €**

Pour toute correspondance › Cerema - DTecITM - Bureau de vente - BP 214 - 77487 Provins Cedex
ou par mail › bventes.dtecitm@cerema.fr

www.cerema.fr › Rubrique « Nos éditions »

La collection « Références » du Cerema

Cette collection regroupe l'ensemble des documents de référence portant sur l'état de l'art dans les domaines d'expertise du Cerema (recommandations méthodologiques, règles techniques, savoirs-faire...), dans une version stabilisée et validée.

Destinée à un public de généralistes et de spécialistes, sa rédaction pédagogique et concrète facilite l'appropriation et l'application des recommandations par le professionnel en situation opérationnelle.

Joint de chaussée des ponts routes

Conception, exécution et maintenance

Ce guide est destiné aux concepteurs et aux gestionnaires de ponts routes. Il présente les fonctions et les différents types de joints de chaussées ainsi que les référentiels normatifs et réglementaires applicables à leur conception et à leur exécution garantissant la qualité des produits et de leur mise en œuvre.

Le guide présente une méthode de calcul du souffle aux Eurocodes et les dispositions applicables en matière de joints sur les ouvrages à circulation mixte ainsi que le traitement de l'étanchéité, des joints de trottoirs et des joints longitudinaux en aidant au choix à partir des contraintes propres à chaque ouvrage : souffle, trafic, géométrie du tracé, coût...

Le guide fournit les éléments contractuels des marchés d'exécution de pose de joints de chaussée et les dispositions à prendre en matière de suivi et de contrôle intérieur et extérieur.

Enfin, le guide développe, dans un dernier chapitre, les actions de surveillance et d'entretien à mettre en œuvre tout au long de la vie d'un joint de chaussée pour garantir la sécurité des usagers et la pérennité de la structure.

Aménagement et développement des territoires, égalité des territoires - Villes et stratégies urbaines - Transition énergétique et changement climatique - Gestion des ressources naturelles et respect de l'environnement - Prévention des risques - Bien-être et réduction des nuisances - Mobilité et transport - Gestion, optimisation, modernisation et conception des infrastructures - Habitat et bâtiment

Prix 69 €

ISSN : 2276-0164

ISBN : 978-2-37180-115-8



9 782371 801158