



**Centre de  
recherches routières**  
Ensemble pour des routes durables

## Code de bonne pratique

### Code de bonne pratique sur le bruit des joints de pont



**Recommandations**

R 107

Centre de compétence impartial depuis 1952, le CRR (Centre de recherches routières) est au service de l'ensemble du secteur routier. Le CRR partage ses connaissances avec les professionnels du secteur notamment par la voie de ses publications (codes de bonne pratique, synthèses, comptes rendus de recherche, méthodes de mesure, fiches d'information CRR, Newsletters CRR et Dossiers, rapports d'activités). Nos publications sont largement diffusées en Belgique et à l'étranger auprès de centres de recherche scientifique, d'universités, d'institutions publiques et d'instituts internationaux. Pour plus d'informations sur nos publications et activités, visitez notre site web [www.crr.be](http://www.crr.be).



Code de bonne pratique R 107

# Code de bonne pratique sur le bruit des joints de pont

Centre de recherches routières

Établissement reconnu par application de l'arrêté-loi du 30 janvier 1947

Bruxelles

2023

**Code de bonne pratique sur le bruit des joints de pont/** Centre de recherches routières

Bruxelles: CRR, 2023. 44 p. (Recommandations; ISSN 1376-9340; R 107).  
Dépôt légal: D/2023/0690/3

Éditeur responsable: Luk Geeroms, Boulevard de la Woluwe 42 – 1200 Bruxelles

© CRR – Tous droits réservés.

## Auteurs

Anneleen Bergiers

Luc Goubert

## Remerciements

Les auteurs remercient les personnes suivantes pour leur précieuse contribution et/ou leur relecture de ce document:

- Ann Buytaert, MOW, Flandre
- Mathias De Wolf, MOW, Flandre
- Lieve Glorie, CRR
- Sébastien Marcocci, SPW, Wallonie
- Pascal Massart, SPW, Wallonie
- Barbara Vanhooreweder, MOW, Flandre
- Fabienne Anfosso, Université Gustav Eiffel, Nantes, France
- Erik Bühlmann, G+P, Berne, Suisse
- Jan Gebhardt, UBA, Berlin, Allemagne
- Ulf Sandberg, VTI, Linköping, Suède
- Tina Saurer, G+P, Berne, Suisse
- Reinhard Wehr, AIT, Vienne, Autriche

## Avis au lecteur

Bien que cette publication ait été rédigée avec le plus grand soin, des imperfections ne sont pas exclues. Ni le CRR, ni ceux qui ont collaboré à la présente publication, ne peuvent être tenus pour responsables des informations fournies, qui le sont à titre purement documentaire et non contractuel.

# Table des matières

<b>1. Introduction</b>	<b>4</b>
<b>2. Méthodes de mesure</b>	<b>8</b>
2.1 La méthode belge	8
2.1.1 Mesures de bruit en partie supérieure de l'ouvrage d'art	8
2.1.2 Mesures de bruit en partie inférieure de l'ouvrage d'art	10
2.2 Autres pays	11
2.2.1 Pays-Bas	11
2.2.2 Allemagne	12
2.2.3 France	14
2.2.4 Danemark	14
2.2.5 Suède	15
2.2.6 Autriche	15
2.2.7 Suisse	16
2.2.8 États-Unis	16
2.2.9 Chine	17
<b>3. Types de joint de pont utilisés en Belgique</b>	<b>18</b>
3.1 Joints uniques	19
3.2 Joints multiples (modulaires)	22
3.3 Joints cantilever	24
3.3.1 Joint cantilever avec profil en dents de scie	24
3.3.2 Joint cantilever sinusoïdal	25
3.3.3 Joint cantilever à peigne	25
3.4 Joints multiples/modulaires avec éléments en forme de losange	26
3.5 Transitions de joint flexibles à base de bitume (joints composites)	27
3.6 Joints en PU	28
3.7 Joints tapis	29
<b>4. Performances acoustiques des types de joint de pont utilisés en Belgique</b>	<b>30</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>32</b>

## Liste des figures

Figure 1.1	L'état du joint peut avoir un impact négatif sur la production sonore	5
Figure 2.1	Dispositif d'essai pour un joint de dilatation sous un angle (< et >57°)	9
Figure 2.2	Dispositif d'essai pour des mesures sous l'ouvrage d'art	10
Figure 3.1	Joint ancré dans un bloc de béton, jusqu'au niveau du tablier	19
Figure 3.2	Joint ancré dans un bloc de béton, jusqu'à la surface de la chaussée	19
Figure 3.3	Joint ancré, bétonné dans l'épaisseur du revêtement	20
Figure 3.4	Joints en résine (collés) posés dans l'épaisseur du revêtement	20
Figure 3.5	Joints uniques: perpendiculaires au sens de la marche (à gauche) et sous un angle de 60° par rapport au sens de la marche. Pour une même largeur de joint et une même qualité de pose, ce joint est plus silencieux de 2,1 dB que le premier	21
Figure 3.6	Joint à pantographe	22
Figure 3.7	Joint à traverse	22
Figure 3.8	Joints multiples avec deux lamelles en acier (à gauche) et trois lamelles en caoutchouc (à droite)	23
Figure 3.9	Joints multiples métalliques traversant une piste cyclable sur un pont; la rugosité a été assurée en saupoudrant de la bauxite dans une couche d'époxy	23
Figure 3.10	Joint cantilever à dents	24
Figure 3.11	Joint cantilever sinusoïdal	25
Figure 3.12	Joint à peigne	25
Figure 3.13	Joints multiples avec éléments en forme de losange pour la réduction du bruit	26
Figure 3.14	Joint composite, où les bords sont scellés contre le revêtement de pont existant	27
Figure 3.15	Joint en PU, la masse de PU étant scellée contre une poutre de renforcement en mortier polymère	28
Figure 3.16	Représentation schématique d'un joint tapis	29
Figure 4.1	Niveaux de bruit des joints de pont courants en Belgique, exprimés en <i>geluidlabelwaarde</i> (valeur d'étiquette de bruit), déterminés selon la méthode néerlandaise	30





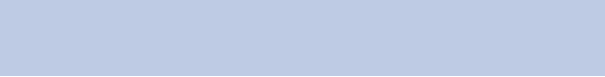
## Avant-propos

Ce code de bonne pratique a été élaboré à la demande des administrations routières dans le cadre du groupe de travail CRR Bruit, coordonné par le CRR et auquel participent l'*Agentschap Wegen & Verkeer*, le Service Public de Wallonie, Bruxelles Mobilité et Bruxelles Environnement.

Avec ce code de bonne pratique, le CRR veut donner un aperçu de ce qui se fait actuellement sur le terrain. Le CRR ne vise pas à être exhaustif ni à entrer dans les détails, mais ambitionne davantage de mettre au point un document concis qui puisse donner au lecteur un aperçu rapide des aspects importants concernant les joints de pont et leurs performances acoustiques.

En décrivant la méthode de mesure actuellement utilisée en Belgique, le groupe de travail s'efforce de promouvoir l'harmonisation.

Ce code de bonne pratique attire l'attention sur les possibilités et les limites des concepts à faible bruit. Une conception, une exécution et un ancrage corrects et, enfin, un entretien adéquat sont essentiels pour obtenir un bon résultat. Il convient donc d'y accorder l'attention nécessaire.



## 1. Introduction

Pour permettre la dilatation et le retrait d'un tablier de pont, la structure doit être interrompue dans le sens transversal à un endroit au moins<sup>1</sup>. Cette interruption – le joint de pont ou joint de dilatation – doit pouvoir compenser les dilatations thermiques de la structure, même dans les conditions climatiques les plus extrêmes. Parallèlement, le joint de pont doit permettre aux usagers du pont de circuler dessus sans compromettre leur sécurité et sans causer de nuisances sonores excessives dans la zone environnante. Enfin, au niveau du joint, la structure sous-jacente du pont doit également être protégée contre la pénétration de l'humidité ou de la saleté.

Une propriété importante d'un joint de pont est sa capacité à absorber les dilatations (souffle nominal). Pour un nouveau pont, le souffle nominal est calculé selon la norme NBN EN 1991 (Bureau de Normalisation [NBN], 2004-2015) et des éléments tels que les effets de fluage, la rétraction et la précontrainte de la structure doivent être pris en compte. Pour les ponts biais, en pente ou posés sur bielles, une étude particulière est également requise. Le choix du joint se fait sur la base du souffle nominal, mais aussi de la configuration de l'ouvrage et notamment des dimensions du hiatus (ouverture entre les éléments de structure du pont). En cas de hiatus important, on peut être amené à choisir un joint permettant un souffle plus grand que le souffle nominal calculé.

La forme la plus simple d'un joint de dilatation consiste en une seule saignée, perpendiculaire au sens de la marche et renforcée par des bords en acier pour éviter l'effritement.

### **Un joint de pont peut être à l'origine de bruit ambiant pour trois raisons différentes:**

1. La chape des pneus des véhicules roulant sur le joint reçoit un petit coup lorsque les pneus entrent en contact avec le bord d'attaque du joint. La chape du pneu commence à vibrer, ainsi que ses flancs. Le pneu diffuse alors du bruit, exactement comme la peau d'un tambour que l'on bat. Le passage sur un joint de pont (bruyant) est perçu par les observateurs à proximité comme une succession rapide de sons de type impulsionnel, le nombre d'impulsions étant égal au nombre d'essieux du véhicule, pour peu que le joint soit perpendiculaire au sens de circulation.
2. Le coup donné par les pneus sur le bord d'attaque du joint peut également faire vibrer la structure du pont, ce qui entraîne le rayonnement de bruit par tout ou partie du pont. En raison de la taille de la source, il s'agit généralement de sons basse fréquence, qui présentent les caractéristiques gênantes suivantes:
  - ils peuvent se propager loin car l'absorption par l'air des sons basse fréquence est moins efficace que pour les sons haute fréquence;
  - ils peuvent pénétrer plus facilement dans les constructions – comme les habitations – ce qui augmente la probabilité de nuisances à l'intérieur par rapport aux sons haute fréquence.
3. Au niveau du joint, ce n'est pas seulement le tablier du pont qui est interrompu, mais aussi toute la structure du pont, c'est-à-dire du tablier jusqu'à la face inférieure. À travers cet espace, le bruit généré par un véhicule qui roule sur le joint de pont peut facilement se propager jusqu'à la partie inférieure du pont. Ce phénomène présente un intérêt particulier pour les observateurs qui se trouvent au pied du pont.

---

1. à l'exception des ponts dits «intégraux», mais ce type n'est pas pris en compte dans ce code de bonne pratique.

La deuxième raison peut entraîner un risque dans des cas spécifiques, à savoir avec des structures de pont plutôt légères (qui nécessitent relativement peu d'énergie pour se mettre à vibrer) et avec des composants souples qui diffusent efficacement le son. Les problèmes surviennent alors principalement lorsque des véhicules lourds passent sur le(s) joint(s) du pont. Les problèmes de bruit causés par les joints de pont peuvent, dans la grande majorité des cas, être imputés au premier problème et consistent donc en un bruit supplémentaire des pneus au niveau du joint de pont.

Facteurs qui déterminent le bruit perçu au niveau d'un joint de pont:

- la largeur de conception du joint: plus le joint est large, plus il y a de bruit;
- la température peut être un facteur très important: à basse température, le pont se rétracte et le joint s'élargit, ce qui entraîne une augmentation du bruit;
- la pose du joint: idéalement, le joint doit être placé environ 5 mm en dessous du niveau de la chaussée afin de réduire l'impact acoustique du joint;
- la différence de niveau entre les deux bords du joint. D'un point de vue acoustique, le bord d'attaque ne peut absolument pas être plus haut que le bord de fuite. Les voitures roulent ainsi littéralement contre une «marche», ce qui peut provoquer une forte augmentation du bruit;
- l'état du joint: si le revêtement de la route au niveau des armatures du joint en acier n'est plus bien raccordé, cela peut donner lieu à du bruit supplémentaire. Exemple typique: lorsque le revêtement adjacent présente de l'orniérage;



**Figure 1.1** – L'état du joint peut avoir un impact négatif sur la production sonore

- l'angle formé localement par le joint - c'est-à-dire les endroits où les pneus passent sur le joint – et le sens de la marche: la situation la moins favorable d'un point de vue acoustique est celle où le joint est perpendiculaire au sens de la marche. L'impulsion d'énergie peut être réduite de manière significative en faisant rouler les pneus en biais sur le joint, car le pneu se déforme moins (voir infra).

En outre, divers facteurs liés aux véhicules déterminent la quantité de bruit perçue à une distance donnée d'un joint de pont (Gutbier & Schierz, 2007):

- les pneumatiques du véhicule (dimensions, qualité acoustique, etc.);
- la vitesse du véhicule: à une vitesse plus élevée, une plus grande quantité d'énergie est transférée au pneu et ensuite partiellement convertie en énergie acoustique (le reste de l'énergie étant converti en chaleur);
- le poids du véhicule.

Le gestionnaire routier n'a aucun contrôle sur ces facteurs liés au véhicule, qui ne seront dès lors pas approfondis davantage.

Au niveau européen, une directive a été rédigée sur les joints de dilatation des ponts: ETAG 032 *Guideline for European technical approval of expansion joints for road bridges*. Il n'y a qu'une petite note dans l'ETAG 032/1 indiquant qu'il est probable que le bruit doive être vérifié. Aucune méthode de mesure n'est décrite (European Organisation for Technical Approvals [EOTA], 2013).

Le chapitre 2 de ce code de bonne pratique décrit la méthode de mesure de la qualité acoustique des joints de pont pratiquée jusqu'à présent par le SPW. Il donne également un aperçu de quelques-unes des méthodes utilisées en Europe et ailleurs, qui sont en fait toutes des variantes les unes des autres. Le chapitre 3 donne quant à lui un aperçu des types de joint de pont appliqués en Belgique et le chapitre 4 traite de leurs qualités acoustiques respectives.



## 2. Méthodes de mesure

### 2.1 La méthode belge

La méthode de mesure utilisée par le SPW Mobilité et Infrastructures (Marcocci, 2019) est basée sur la méthode de mesure RTD 1007-3 (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2013a) aux Pays-Bas, abordée dans la suite du document (§ 2.2.1). Comme aux Pays-Bas, une distinction est faite entre les mesures au-dessus et en dessous du pont.

Pour réduire au maximum les variations d'ouverture des joints de dilatation, la température de l'air doit être comprise entre 5 et 20 °C pendant les cinq jours précédant la mesure. Pendant les mesures, la température de l'air doit être d'au moins 5 °C. Le revêtement doit être sec et la vitesse du vent ne peut pas dépasser 5 m/s.

La température moyenne de l'air sur les cinq jours précédant le jour de la mesure doit être comprise entre 5 et 20 °C afin de réduire au maximum le phénomène de dilatation/retrait du revêtement. En raison de la dilatation à haute température de l'ouvrage d'art, le joint devient plus petit et le niveau de bruit diminue. La mesure même peut être effectuée entre 5 et 30 °C.

Une variante de la méthode SPB est utilisée (International Organization for Standardization [ISO], 2023).

#### 2.1.1 Mesures de bruit en partie supérieure de l'ouvrage d'art

La réalisation de cette mesure requiert le passage d'au moins cent véhicules légers à une vitesse minimale de 80 km/h.

La caractérisation du revêtement doit être effectuée par une mesure en amont et en aval du joint de dilatation à une distance d'au moins 50 m. La distance par rapport au joint doit être la même pour la mesure en amont et en aval du joint. Elle doit être choisie de telle façon que le joint n'exerce aucune influence sur les niveaux de bruit mesurés. Une mesure est également effectuée au droit du joint. Le microphone est positionné à une distance de 7,5 m du centre de la voie de circulation mesurée et à une hauteur de 3 m.

Il arrive que la distance de 7,5 m ne puisse pas être respectée. Les trois mesures (en amont, au droit du joint et en aval) sont toujours effectuées à une distance de mesure identique. Le rapport de la hauteur de mesure divisée par la distance doit toujours approcher la valeur 3 divisée par 7,5. Par conséquent, lorsque la distance est ajustée parce que ce n'est pas réalisable dans la pratique, la hauteur de mesure doit également être ajustée.

Les niveaux de bruit maximum et les vitesses des véhicules sont reportés sur un graphique et une droite de régression est calculée. Sur la base de cette droite de régression, le niveau de bruit caractéristique à 120 km/h est calculé pour les trois mesures effectuées. Afin de conclure à la conformité du joint, il convient que la différence calculée entre les niveaux de bruit au droit du joint et au niveau du revêtement se limite à 5 dB(A).



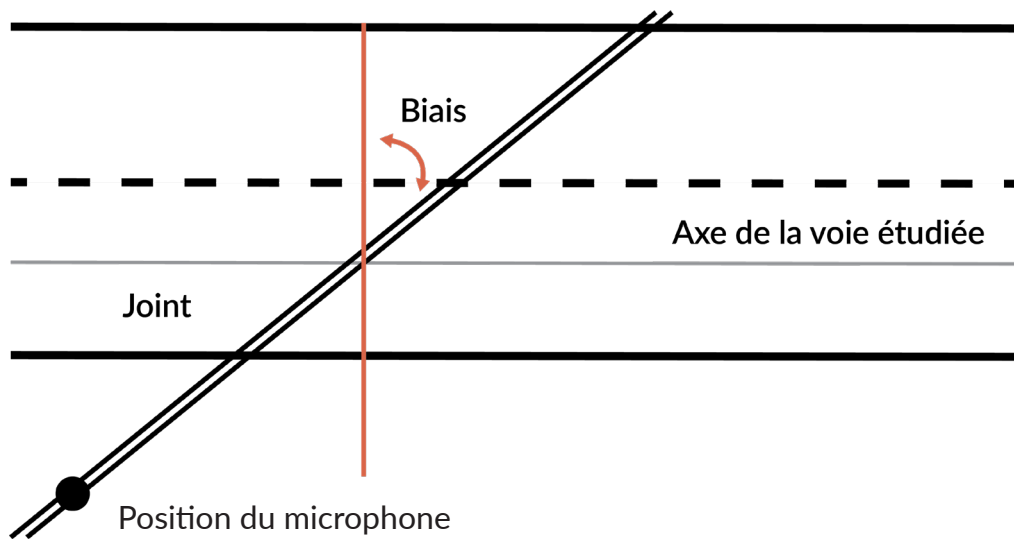
$$L_{\text{caract,joint}} - L_{\text{caract,revêtement}} \leq 5 \text{ dB(A)}$$

L'exigence en matière de bruit est calculée pour la vitesse de véhicule représentative de l'endroit où le joint a été mis en œuvre. Dans la pratique, il s'agit généralement de la vitesse maximale autorisée pour les voitures particulières.

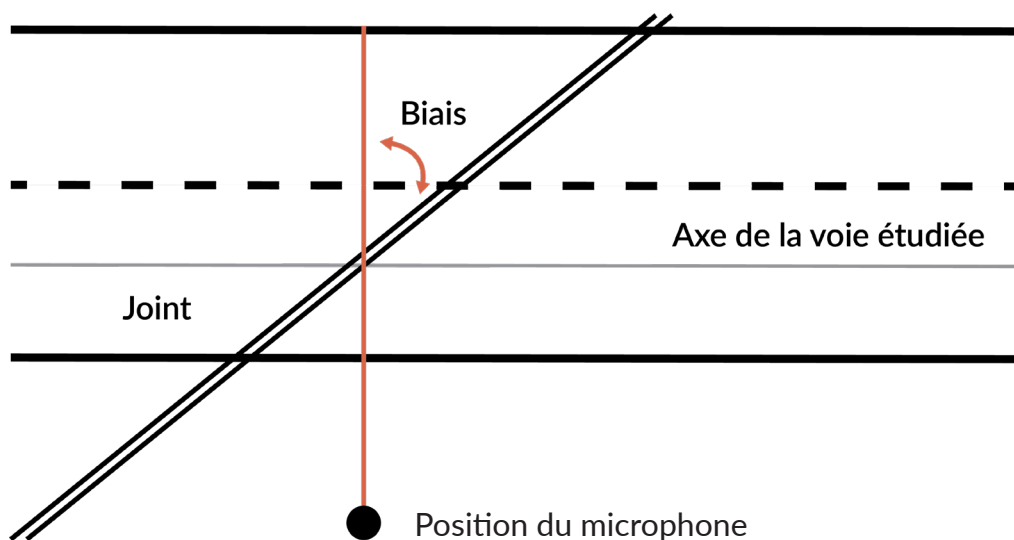
Plusieurs autres configurations peuvent être rencontrées. On distingue notamment les deux situations suivantes:

**a) Biais du joint de dilatation:**

$\alpha < 57^\circ$ : le microphone est placé dans le prolongement du joint de dilatation.



$\alpha > 57^\circ$ : le microphone est placé à l'intersection du centre de la voie de circulation mesurée et du joint de dilatation.



**Figure 2.1** – Dispositif d'essai pour un joint de dilatation sous un angle ( $<$  et  $>57^\circ$ ) (selon le Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2013a, figure 2)

## b) Présence d'un écran antibruit:

Lorsqu'un écran antibruit est présent au niveau du joint, les mesures en amont et en aval du joint doivent également être effectuées à hauteur de cet écran antibruit dans les mêmes conditions.

### 2.1.2 Mesures de bruit en partie inférieure de l'ouvrage d'art

Contrairement à la caractérisation en partie supérieure, les mesures en partie inférieure de l'ouvrage d'art prennent en considération les véhicules lourds. Il convient en effet de prendre en compte le passage d'au moins trente véhicules lourds afin de valider la caractérisation.

Pour ce type de mesure, le dispositif à mettre en place diffère pour la mesure au droit du joint de dilatation. Le microphone doit être placé à une distance horizontale comprise entre 5 et 20 m du joint et à une distance verticale maximale de 3 m par rapport à la partie inférieure du pont. Une distance minimale de 1 m doit être respectée par rapport aux objets réfléchissants. Ce positionnement coïncide avec celui pratiqué aux Pays-Bas (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2013a). Le microphone ne se trouve pas en dessous ou à côté du pont, mais dans le plan vertical formé par le bord du pont.

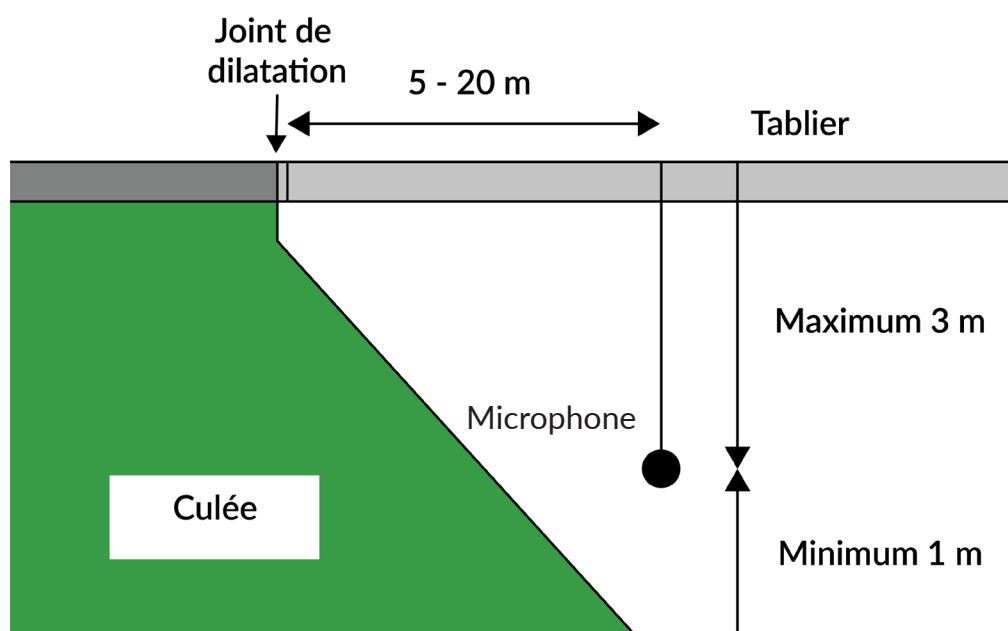


Figure 2.2 – Dispositif d'essai pour des mesures sous l'ouvrage d'art (selon le Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2013a, figure 3)

Le traitement des données de mesure est similaire à celui des mesures effectuées au-dessus du pont, mais seuls les véhicules lourds sont pris en compte. La vitesse de référence est la vitesse représentative du trafic lourd à cet endroit, en pratique la vitesse maximale autorisée pour les camions. Les niveaux de bruit sont déterminés au droit du joint et au niveau du revêtement. Le joint est conforme si la différence entre les niveaux sonores au droit du joint et au niveau du revêtement est inférieure ou égale à -10 dB(A), soit la condition suivante:

$$L_{\text{caract,joint}} - L_{\text{caract,revêtement}} \leq -10 \text{ dB(A)}$$

Le niveau sonore sous l'ouvrage d'art doit donc être inférieur d'au moins 10 dB(A) par rapport au niveau sonore caractéristique du revêtement.

Il apparaît que les mesures effectuées sous le pont ne présentent pas toujours une corrélation entre la vitesse des véhicules et les niveaux de bruit des camions.

Le coefficient de détermination  $R^2$  évalue avec quelle exactitude la droite de régression décrit la répartition des points. Il s'exprime en pourcentage. Plus le coefficient est élevé, au mieux la comparaison de la droite de régression indique la répartition des points.

Si, dans l'analyse de régression, la corrélation est inférieure à 30 % ( $R^2 < 0,30$ ), le niveau de bruit à la vitesse représentative doit être déterminé comme suit, comme décrit également dans le document RTD 1007-3 (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2013a):

$$L_{\text{joint/rev}} = L_{\text{moy}} + 22,5 * \log (v_{\text{rep}} / v_{\text{moy}})$$

- $L_{\text{moy}}$  est la moyenne des niveaux de bruit mesurés  $L_{A, \text{max}}$  en dB(A)
- $v_{\text{rep}}$  est la vitesse représentative en km/h
- $v_{\text{moy}}$  est la moyenne des vitesses mesurées en km/h

## 2.2 Autres pays

Une recherche dans la littérature montre qu'il existe une multitude de méthodes pour déterminer la qualité acoustique des joints de dilatation, sans réelle harmonisation entre les pays. Ce qui suit est le résultat de cette étude bibliographique succincte.

### 2.2.1 Pays-Bas

Une distinction est faite entre le bruit rayonné en partie supérieure d'un pont et le bruit rayonné en partie inférieure et sur les côtés d'un pont. Le document RTD 1007-3 (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2013a) explique la méthode de mesure et énumère les exigences en matière de bruit auxquelles doit satisfaire une transition de joint. La méthode de mesure utilise les données de *Reken- en meetvoorschrift geluid 2012* décrite dans la publication 316 du CROW (Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek [TNO] & M+P Raadgevende Ingenieurs, 2012).

**En matière de bruit, différentes exigences sont d'application:**

- **Exigences sonores en partie supérieure de l'ouvrage d'art (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2013a):**  
«le niveau de bruit au-dessus de l'ouvrage d'art, résultant du passage de véhicules motorisés légers sur la transition de joint, ne peut pas dépasser de plus de 5 dB(A) le niveau de bruit du revêtement adjacent le plus silencieux».
- **Exigences sonores en partie inférieure de l'ouvrage d'art:**  
«le niveau de bruit en dessous de l'ouvrage d'art, résultant du passage de véhicules motorisés lourds sur la transition de joint, doit être inférieur d'au moins 10 dB(A) par rapport au type de revêtement le plus silencieux en l'absence d'écrans antibruit et d'au moins 15 dB(A) en présence d'écrans antibruit».

Aucune mesure ne doit être effectuée sur les revêtements adjacents. Les niveaux de bruit de ces revêtements routiers sont tirés de la publication 316 du CROW en utilisant  $C_{\text{revêtement}}$  (TNO & M+P Raadgevende Ingenieurs, 2012).

Dans le document RTD 1007-1 «*Meerkeuzematrix Voegovergangen*» (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2013b), le Rijkswaterstaat définit la valeur de l'étiquette de bruit (*GeluidLabelWaarde*) pour chaque type de transition de joint et pour chaque variante de mise en œuvre. Un fournisseur peut également démontrer lui-même les propriétés acoustiques d'un produit de jointolement, par exemple lorsque les performances du produit sont supérieures aux spécifications incluses dans la matrice à choix multiple (*Meerkeuzematrix*).

Les mesures de contrôle après la mise en œuvre n'ont lieu que lorsqu'il y a un doute sur le respect de l'exigence en matière de bruit et lorsque des habitations ou des destinations sensibles au bruit sont présentes à proximité. Les mesures sont effectuées selon la méthode SPB ISO 11819- 1 (ISO, 2023). Cependant, aucune correction de température n'est appliquée. La température moyenne de l'air sur les cinq jours précédant le jour de la mesure doit être comprise entre 5 et 20 °C, car la dilatation à haute température de l'ouvrage d'art réduit le déplacement au niveau du joint et le niveau de bruit est plus bas. La mesure même peut être effectuée entre 5 et 30 °C.

### Mesures de bruit en partie supérieure de l'ouvrage d'art

Le microphone est placé à l'intersection du centre de la voie de circulation et de la transition de joint, à 7,5 m du centre de la voie à mesurer et à 3 m au-dessus du revêtement. Il convient de mesurer le passage d'au moins cent véhicules légers. L'exigence en matière de bruit est calculée pour la vitesse des véhicules légers représentative de l'endroit où le joint a été mis en œuvre. Dans la pratique, il s'agit généralement de la vitesse maximale autorisée pour les voitures particulières.

En présence d'objets réfléchissants tels qu'un écran antibruit, il convient d'effectuer une mesure comparative simultanée (au niveau de la transition de joint et du revêtement adjacent le plus silencieux) pour laquelle le positionnement du microphone peut être différent si la mesure est impossible autrement. Le rapport de la hauteur de mesure divisée par la distance doit toutefois approcher la valeur 3 divisée par 7,5.

### Mesures de bruit en partie inférieure de l'ouvrage d'art

Le microphone est placé à une hauteur de mesure maximale de 3 m sous la surface de la route, au bord de l'ouvrage d'art. Il doit être à une distance d'au moins 1 m des objets réfléchissants tels que le sol, les parois ou les piliers. La distance entre le microphone et la transition de joint doit être comprise entre 5 et 20 m. La position préférentielle est là où la culée se termine. Il convient de mesurer le passage d'au moins trente véhicules lourds. L'exigence en matière de bruit est calculée pour la vitesse du trafic lourd représentative de l'endroit où le joint a été mis en œuvre. Dans la pratique, il s'agit généralement de la vitesse maximale autorisée pour les camions.

## 2.2.2 Allemagne

Des transitions de joint plus silencieuses ont été développées et étudiées dans le cadre du projet *Leiser Straßenverkehr 1* (Projektgruppe "Leiser Strassenverkehr", 2004) et 2 (Projektgruppe "Leiser Strassenverkehr 2", 2012). Ce projet a abouti à l'utilisation de ces transitions de joint en Allemagne, ce qui a permis une amélioration significative. Depuis, en Allemagne, plus aucune mesure n'est effectuée aux transitions de joint (W. Bartolomeus & J. Gebhardt sur la base d'informations de BAST et du Bavarian Environment Institute [LfU], [W. Bartolomeus, communication personnelle, juin 7, 2022; J. Gebhardt, communication personnelle, mai 18, 2022]).

De nombreuses mesures ont été effectuées en Allemagne (Pijpers, 2005; Thaler & Bohny, 2000), avant la rédaction en 2007 d'un document définissant une méthode de mesure (Gutbier & Schierz, 2007). Ce même document énumère ces mesures.

Elles ont eu lieu à 1,2; 2,4; 3,6 et 4,8 m de hauteur de microphone et ont été réalisées, entre autres, par BAST. Les mesures ont été effectuées à une distance de 7,5 m conformément à la méthode SPB, au niveau de la transition de joint, mais aussi 20 m en amont et en aval de la transition de joint et, dans certains cas, 40 m en aval. Certaines mesures respectaient les distances de la méthode française (Association Française de Normalisation [AFNOR], 2002), à savoir 1,3 m de hauteur et 3 m de distance.

Sur les routes à deux voies, des mesures ont également été effectuées à des hauteurs de microphone de 1,2 m et 2,4 m de la voie la plus proche du terre-plein central et seulement à une hauteur de microphone de 2,4 m de la première voie, et ce toujours à 7,5 m du centre de la voie.

Les mesures ont été effectuées selon la méthode SPB ISO 11819- 1 (ISO, 2023). Pour certaines, cent véhicules légers et cent véhicules lourds ont été mesurés; pour d'autres, on a recouru à un véhicule d'essai qui a effectué des passages dans des conditions contrôlées, comme dans la méthode CPB (*controlled pass-by*), une variante de la méthode SPB. Le résultat a été calculé pour plusieurs vitesses de référence.

La méthode de mesure publiée en 2007 (Gutbier & Schierz, 2007) est brièvement discutée ci-après. L'objectif était de créer une base de données permettant de classer les joints de dilatation grâce à des mesures effectuées dans des conditions contrôlées sur des sites d'essai spécifiques.

Les mesures sont réalisées dans des conditions contrôlées avec un véhicule d'essai sur un site d'essai qui doit répondre à certaines exigences (revêtement routier homogène, pente < 1 %, absence de grandes surfaces réfléchissantes dans un rayon de 30 m autour du site de mesure, bruit de fond, etc.). Le véhicule d'essai est une voiture qui doit satisfaire à certaines caractéristiques (pneus été de taille 195/60 ou 195/65, 50 % de charge, etc.).

Le véhicule d'essai effectue des passages entre 60 et 120 km/h avec des intervalles de 10 km/h. Le nombre de passages dépend de l'incertitude statistique obtenue. En général, cinq passages par intervalle de vitesse suffisent pour obtenir un intervalle de confiance de 95 % de 0,5 dB à la vitesse de référence.

Les mesures sont de préférence réalisées à une température proche de 20 °C. Aucune correction de température n'est appliquée.

Le microphone est placé au niveau de la transition de joint, à 7,5 m du centre de la voie à mesurer et à 1,2 m de hauteur par rapport à la voie à mesurer. Les positions de microphone optionnelles pour la comparaison avec des mesures historiques ou internationales sont les suivantes: 1,3 m de hauteur et 3 m de distance; 2,4 et 3,6 m de hauteur et 7,5 m de distance.

Comme pour la méthode SPB, la vitesse et le niveau de pression acoustique maximal ( $L_{AFmax}$ ) sont mesurés à chaque passage. Les résultats sont reportés sur un graphique ( $\log v - L_{AFmax}$ ) et une droite de régression est calculée.  $L_{FÜmax}$  est la valeur atteinte à la vitesse de référence de 80 ou 120 km/h.

### 2.2.3 France

En France, une norme de mesure expérimentale a été publiée en 2002 (AFNOR, 2002). Les mesures sont majoritairement effectuées selon la méthode SPB (ISO, 2023).

La position du microphone est différente, c'est-à-dire à 3 m de distance du centre de la voie et à 1,3 m de hauteur par rapport au niveau du centre de la voie.

Une mesure simultanée doit être effectuée au droit du joint et au niveau de la chaussée adjacente afin de prendre en compte les mêmes véhicules et les mêmes conditions météorologiques. Pour les mesures sans influence du joint, une distance minimale de 100 m par rapport à l'ouvrage d'art est recommandée.

Il est recommandé d'effectuer les mesures à une température de l'air la plus proche possible de 20 °C car aucune correction de température n'est appliquée.

Les voitures particulières (catégorie 1) et les véhicules lourds à plus de deux essieux (catégorie 2b) dont la vitesse dépasse 65 km/h sont enregistrés. Au moins cent véhicules de la catégorie 1 sont mesurés et au moins quatre-vingts de la catégorie 2b. Les vitesses de référence pour la catégorie 1 sont de 90, 100, 110 et 120 km/h; pour la catégorie 2b, il s'agit de 80 et 90 km/h.

Comme pour la méthode SPB, la vitesse et le niveau de pression acoustique maximal sont mesurés à chaque passage. Il est recommandé de mesurer également les niveaux de pression acoustique maximum par bande de tiers d'octave pour les fréquences de 200 à 5 000 Hz. Les résultats sont reportés sur un graphique (logarithme de la vitesse en fonction du niveau de pression acoustique maximal) et une droite de régression est calculée.  $L_{ref}$  est la valeur atteinte à la vitesse de référence. De la même manière, les résultats des différentes bandes de tiers d'octave sont analysés.

La planéité de la zone 2,5 m avant et après le joint doit être vérifiée dans les frayées par une mesure (p. ex., par APL).

Toutefois, dans la pratique, cette méthode de mesure a rarement été utilisée par la suite (F. Anfosso-Ledée, communication personnelle, juin 2, 2022). Il n'y a pas de mesure systématique à chaque pose de joint, mais uniquement en cas de plainte. Dans ce cas, les mesures sont actuellement plutôt effectuées sous le pont et sur la façade de la maison où il y a des plaintes, et non comme décrit dans la norme de mesure expérimentale.

### 2.2.4 Danemark

Au Danemark, des mesures ont été effectuées pour tenter de tenir compte du bruit impulsionnel (Finne & Fryd, 2017).  $L_{den}$  ne prend pas en compte les impulsions. On s'est inspiré de la mesure du bruit dans les entreprises où l'on examine si des impulsions claires sont présentes et, dans certains cas, on ajoute 5 dB au résultat pour  $L_{den}$ . A la suite de plaintes répétées concernant des nuisances sonores, le bureau d'études DELTA a effectué des mesures près du Gudenåbroen pour le compte de la DRD (*Danish Road Directorate*). La clarté des impulsions a été déterminée par la méthode NT ACOU 112 de Nordtest (Nordtest, 2005) sur une échelle de 0 à 15. Il a été estimé que les ponts dont la clarté P est supérieure à 6 ou 7 représentent une nuisance pour le voisinage, ce qui correspond à une distance du joint de dilatation de 500 à 600 m. Les mesures  $L_{Aeq}$  ont été effectuées à plusieurs positions adjacentes à l'ouest du pont au niveau des habitations (distance d'environ 450 m à environ 1 500 m) et une position de mesure a été introduite sur le pont routier

juste au-dessus de la glissière de sécurité à 1,5 m de hauteur comme point de contrôle. Plusieurs périodes d'1 heure maximum ont été mesurées. Plus la distance par rapport au pont est grande, moins les impulsions se reflètent clairement dans le résultat. Il y a également eu une évaluation subjective par une personne (testeur), qui a montré que l'évaluation objective basée sur les mesures correspondait bien à l'évaluation subjective en termes d'audibilité des impulsions, de faible à très claire. Consécutivement à ces mesures, il a été décidé de s'attaquer au joint de dilatation de ce pont et cette étude a démontré l'importance de prendre en compte ce bruit impulsionnel.

### 2.2.5 Suède

En Suède, il n'existe pas de pratique standard harmonisée pour des mesures de ce type. Le bruit des joints de pont y est rarement mesuré (U. Sandberg, communication personnelle, mai 17, 2022). Les auteurs n'ont trouvé que des références à des mesures sur les ponts d'Uddevalla et de Skapesund (Kropp e.a., 2001).

### 2.2.6 Autriche

En Autriche, des mesures ont été effectuées en 2004 pour le compte de l'ÖSAG (*Österreichische Autobahnen- und Schnellstraßen-Aktiengesellschaft*) selon la norme expérimentale française XP P98-095 (AFNOR, 2002) et, sur cette base, une méthode d'évaluation acoustique des transitions (joints de chaussée ponts-routes) a été développée. La méthode prévoit trois points de mesure, à savoir un point de mesure à proximité de la transition, un point de référence sur la chaussée à une distance d'au moins 25 m de la transition et un point de mesure sous le pont. Pendant les mesures, non seulement  $L_{Amax}$ , mais aussi le SEL ont été déterminés.

En 2010, une directive/réglementation RVS a été publiée (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Österreichische Forschungsgesellschaft Strasse Schiene Verkehr [FSV], 2011) pour l'évaluation acoustique des joints de dilatation.

Une mesure CPB ou SPB est effectuée.

Le véhicule utilisé pour les passages contrôlés (mesure CPB) a un poids total de  $1\,800\text{ kg} \pm 10\%$ . Le véhicule est chargé à 50 %. Il doit être équipé de pneus été de taille 195/60 ou 195/65 qui sont du même type et la profondeur des sculptures doit être d'au moins 4 mm. Le véhicule passe au moins à trois vitesses: 60, 100 et 130 km/h et il y a au moins neuf passages par vitesse.

Pour une mesure SPB, seule la catégorie 1 est mesurée: au moins cent voitures et camionnettes sans roues jumelées.

Il y a trois points de mesure: au niveau de la transition au-dessus du pont (MP1), 30 m avant ou après la transition (MP2) et sous le pont au niveau de la transition (MP3) pour la détection du rayonnement acoustique. Les deux premiers sites de mesure sont utilisés pour déterminer la différence entre le site de référence à une distance de 30 m et la transition de joint. Le résultat du site de référence peut différer de 2 dB au maximum de la valeur attendue pour le type de revêtement routier indiqué dans RVS 04.02.11 (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, FSV, 2019).

La position des microphones de MP1 et MP2 est à 3,75 m de l'axe de la première voie, à une hauteur de 1,20 m. MP3 est choisi de manière à pouvoir fournir des informations sur l'intensité du rayonnement du son vers le bas.

Le SEL est enregistré et utilisé à des fins de comparaison. Dans le cadre d'un projet de recherche, une classification a été établie, à savoir une distinction entre transition standard et transition à faible bruit. Un joint est considéré comme moins bruyant quand le SEL à la transition de joint (MP1) est de maximum 2 dB supérieur au SEL sur le site de référence.

### 2.2.7 Suisse

En Suisse, une attention particulière est accordée à la protection contre le bruit au niveau des ponts, comme en témoigne le document de 2018 sur le sujet (Fürst e.a., 2018), qui traite également des transitions de joint. Par contre, la méthode de mesure visant à déterminer les propriétés acoustiques n'est pas abordée. Selon Pijpers, 2005, des mesures ont été effectuées en 1998 et 2000 selon la méthode SPB et ont permis de déterminer  $L_{Amax}$ ,  $L_1$  et  $L_{Aeq}$ . En 2003, des mesures SPB ont également été effectuées à une hauteur de 1,5 m et à une distance de 4 m du centre de la chaussée au droit du joint et à un point de référence situé à 30 m du joint. A la demande du Federal Roads Office FEDRO (Suisse), des mesures du bruit ont été réalisées en 2017, 2019 et 2020 par G+P Engineers (E. Bühlmann & T. Saurer, communication personnelle, avril 5 & 13, 2022) au niveau des joints de dilatation sur deux ponts. Il s'agissait d'essais dans deux situations spécifiques qui faisaient partie de projets pilotes, car il n'y avait pas encore d'expérience à long terme à l'époque. Des mesures d'émission, d'immission et de propagation ont été effectuées. Pour les mesures d'immission, on a calculé la différence entre  $L_{eq}$  et le «*Taktmaximalpegel*», «LAFTeq», décrit dans la norme DIN 45645 (Deutsches institut für Normung [DIN], 1996-2012) et qui sert à évaluer le bruit impulsionnel. Des microphones ont été placés à différents endroits sous le pont, le plus près possible des joints en direction des habitations. Les émissions ont été mesurées à l'aide d'une remorque CPX et le niveau sonore maximal au niveau de la transition de joint a été comparé au niveau sonore de la zone autour de la transition. La propagation du son a été étudiée à l'aide d'une caméra acoustique qui a permis de localiser les zones problématiques et de rechercher une éventuelle mesure.

### 2.2.8 États-Unis

Aux États-Unis, une étude a été menée en 2011 sur le Tacoma Narrows Bridge dans l'État de Washington (Sexton, 2011). En réponse à des plaintes concernant le bruit, des murs ont été installés, puis traités avec des matériaux insonorisants. L'objectif du projet était de réduire le bruit des basses fréquences. Des mesures ont été prises avant et après l'installation des murs et avant et après l'application du matériau absorbant à 26 endroits autour du pont.  $L_{eq}$  a été mesuré pendant 10 à 15 min avec des bandes de tiers d'octave. Cependant, en raison du bruit ambiant perturbant et du fait que l'on ne disposait pas des informations nécessaires sur le trafic (nombre et type de véhicules), il était difficile de tirer des conclusions quantitatives des résultats.

En 2019, une étude a été réalisée par l'université de l'État de Washington (Reinhall & Soloway, 2019) sur le bruit des joints de dilatation sur les ponts du *Washington State Department of Transportation* (WDOT). Des mesures ont été effectuées à cinq moments différents dans deux zones résidentielles et au pont SR520. Pour le premier site, le microphone a été placé à 3 m de la maison, à une hauteur de 1,5 m. Sur le second site, le microphone a été placé 15 m derrière la maison, à une hauteur de 1,7 m, en raison de la présence d'une surface de protection. Les mesures près du pont ont été effectuées sur le trottoir avec une hauteur de microphone de 1,5 m à côté du joint, à 10 m, 20 m et 24 m de distance du joint du pont avec des hauteurs de microphone de 1,5 m et 0,6 m, ainsi que dans l'espace sous le joint et sous le pont. Bien que la *Federal Highway Administration* utilise normalement des niveaux de bruit  $L_{eq}$  de 15 min ou 1 h, on a calculé ici la *energy spectral density* (ESD) pour comparer des événements de durée différente et étudier ainsi les mécanismes.



## 2.2.9 Chine

En Chine, l'Université de Hong Kong a publié une étude en 2013 (Wong e.a., 2013). Une remorque sans dispositif d'amortissement a été équipée d'un dispositif de mesure. Pendant 16 mois, des mesures ont été effectuées de manière répétée sur les mêmes sites d'essai (six joints sur quatre ponts différents). Les mesures ont été réalisées selon deux méthodes, c'est-à-dire sur deux joints avec un véhicule d'essai et sur quatre autres joints avec la remorque (max. 15 km/h)

Les joints de vingt ponts de Ningbo City ont été étudiés en 2016. Les résultats ont été exprimés en niveau de pression acoustique pondéré Z afin de préserver l'effet du bruit à basse fréquence. Trois points de mesure ont été mesurés par pont (au début, au milieu et à la fin du pont) à une hauteur de 1,2 m et à 0,2 m du bord du revêtement pendant un passage de véhicules de 20 secondes (Mao & Ding, 2021).

### 3. Types de joint de pont utilisés en Belgique

Ce document ne traite que des joints de sections de pont non mobiles.

Répartis selon leur structure interne (sous le revêtement), en Flandre, seuls trois types de joint de pont sont prévus dans le Standaardbestek 260 (Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit & Openbare Werken, 2021): le premier type concerne les «*waterdichte brugdekvoegen van het type klauwprofiel met voegband*». On peut le définir comme une transition de joint avec bords profilés en acier avec ou sans poutres de renforcement en béton, en résine synthétique ou élastomère. L'ouverture de joint entre les bords profilés est remplie d'une étanchéité de joint flexible non porteuse (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2013b). Un deuxième type de joint de pont prévu en Flandre est le «*flexibele voegovergang op basis van bitumen (compoundvoeg)*». Il s'agit d'un système de joint flexible et étanche composé de 75 % de gravillons et de 25 % de liant. Le liant est un composé élastomère (Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit & Openbare Werken, 2021). Le troisième type concerne les joints dits PU.

Les «*waterdichte brugdekvoegen van het type klauwprofiel met voegband*» sont une famille de joints de pont avec vues en perspective très variées, qui déterminent presque entièrement les propriétés acoustiques.

En Wallonie, les joints susmentionnés sont également tous utilisés. On rencontre en outre un quatrième type, à savoir le «joint tapis».

Bien entendu, le bruit n'est qu'un critère parmi d'autres. Il faut aussi tenir compte de plusieurs autres critères, dont certains sont contradictoires, de sorte que des compromis s'imposent:

1. Liberté de mouvement ou souffle nominal (capacité du joint à absorber les dilatations thermiques du pont).
2. Résistance mécanique aux charges structurelles.
3. Résistance mécanique aux charges du trafic.
4. Convivialité et sécurité, notamment pour les deux-roues motorisés, qui sont particulièrement sujets aux glissades et aux déséquilibres dus à la singularité souvent inattendue du revêtement routier.
5. Étanchéité: les deux types de joint de pont prévus en Flandre sont censés être étanches.
6. Durée de vie.
7. Coût.
8. Vitesse de pose (perturbation du réseau routier sous-jacent).
9. Conditions préalables à la pose (exigences relatives aux dimensions que doit avoir la structure du pont pour pouvoir poser un certain joint: épaisseur minimale de la chaussée, dimensions du tablier du pont, etc.).

Afin de garantir au maximum la qualité et la durabilité des joints de pont, le SPW applique une procédure d'approbation décrite dans son cahier des charges type CCT Qualiroutes (Service Public de Wallonie [SPW], Mobilité & Infrastructures, 2021) K 8.3.1 et 8.3.3. L'AWV effectue des contrôles qui sont décrits dans le *Standaardbestek 260, hoofdstuk 31, Brugdekvoegen*, dans différents paragraphes (Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit & Openbare Werken, 2021).

En Belgique, les transitions de pont peuvent être réparties en sept catégories en fonction de leur vue en perspective, dont certaines ont également des sous-catégories. Les types 3.1 à 3.4 sont des sous-types des «joints de pont étanches de type profilé avec étanchéité».

### 3.1 Joints uniques

Il s'agit de la forme la plus simple consistant en un joint entre deux bords métalliques pour éviter l'effritement local de la chaussée.

Ce type de joint est constitué de deux profilés métalliques parallèles, ancrés de part et d'autre de l'ouverture, entre lesquels est placé un profil d'étanchéité élastomère (dilatation nominale limitée à 80 mm pour le confort des usagers et la réduction du bruit).

Ces joints peuvent être:

- soit ancrés dans un bloc de béton (réservation dans la structure du pont);
- soit posés dans l'épaisseur du revêtement (longrines en béton ou en résine).

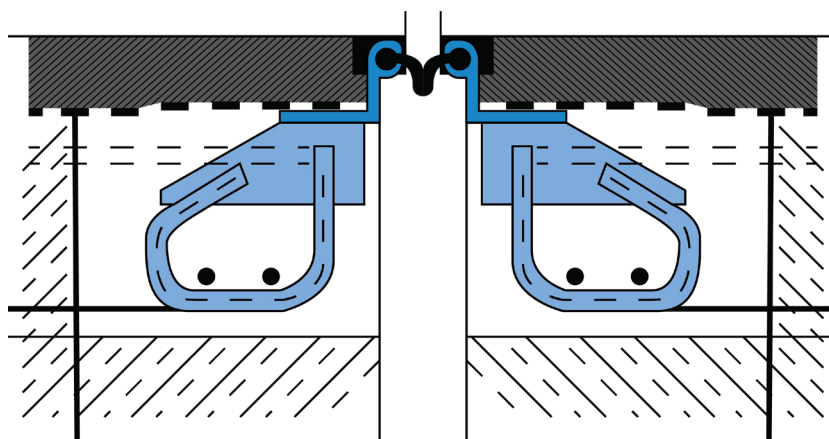


Figure 3.1 – Joint ancré dans un bloc de béton, jusqu'au niveau du tablier

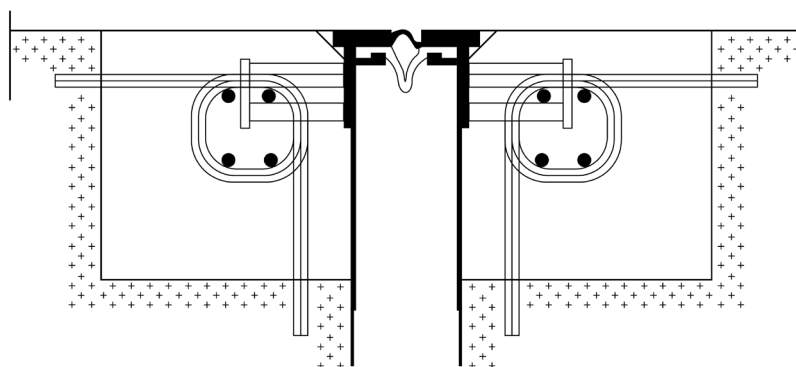


Figure 3.2 – Joint ancré dans un bloc de béton, jusqu'à la surface de la chaussée

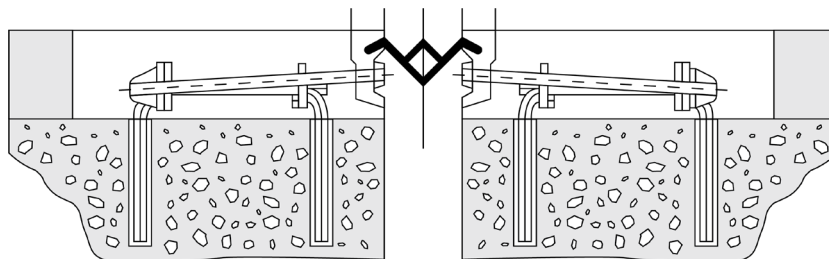


Figure 3.3 – Joint ancré, bétonné dans l'épaisseur du revêtement

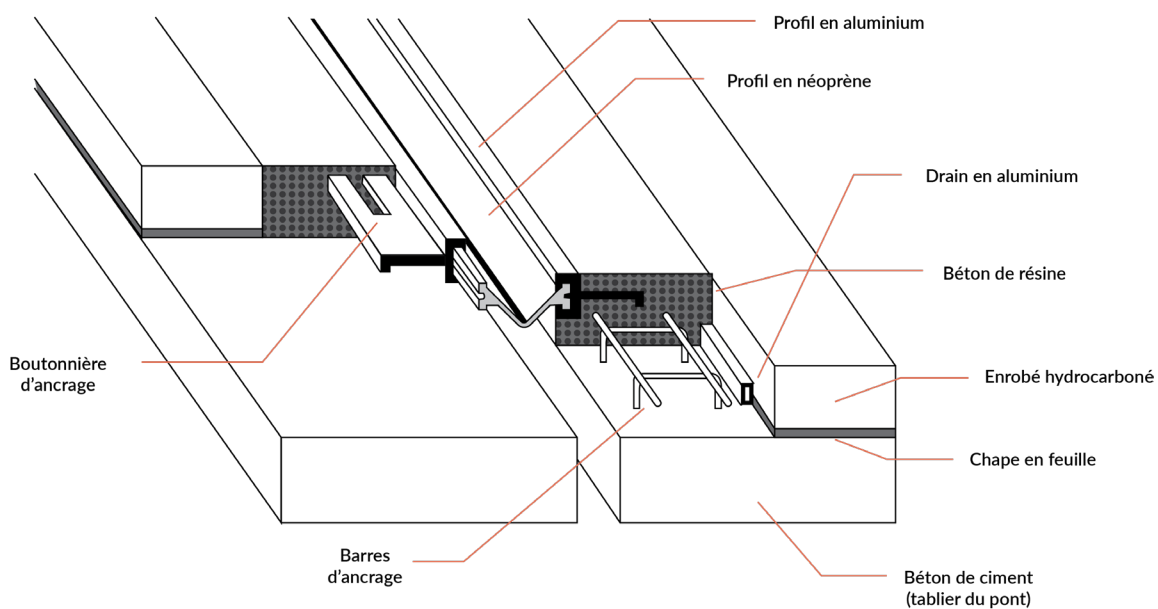
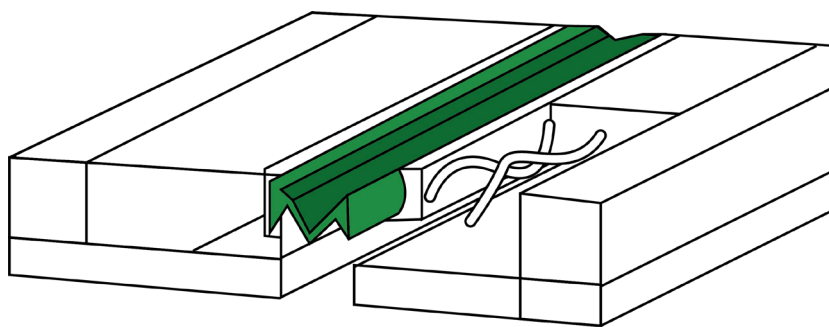


Figure 3.4 – Joints en résine (collés) posés dans l'épaisseur du revêtement

D'un point de vue acoustique, il est préférable que le joint soit le plus étroit possible. Ce joint est simple et peut être utilisé lorsqu'une dilatation de moindre importance est nécessaire (ouvrage d'art court) et lorsque la vitesse des véhicules passant dessus est limitée. Il peut être perpendiculaire au sens de la marche des voitures (situation la moins favorable sur le plan acoustique). Si cet angle est réduit, par exemple 60°, voire 45°, cela a un effet bénéfique sur la production sonore, comme mentionné supra. Le facteur de correction d'un joint sous un angle  $\alpha$  peut être calculé comme suit (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2013b):

$$\Delta_{\alpha} = (\alpha - 100) * 0.0642$$

où  $\alpha$  est exprimé en «gon», c.-à-d. que pour un angle droit,  $\alpha = 100$ ; pour un angle de 45°,  $\alpha = 50$ , etc.

Le joint peut être rempli d'un matériau élastique et dans la situation idéale, où la partie supérieure du matériau élastique est plate et s'adapte parfaitement aux bords du joint, il s'agit d'une situation favorable d'un point de vue acoustique et les pneus ne «sentent» pratiquement pas le passage sur le joint. Par temps chaud, lorsque l'ouvrage d'art commence à se dilater thermiquement et que la largeur du joint diminue, le matériau élastique peut être poussé vers le haut et former un bourrelet. La texture positive ainsi formée est à son tour une situation acoustiquement défavorable qu'il convient d'éviter.



**Figure 3.5** – Joints uniques: perpendiculaires au sens de la marche (à gauche) et sous un angle de 60° par rapport au sens de la marche (à droite). Pour une même largeur de joint et une même qualité de pose, ce joint est plus silencieux de 2,1 dB par rapport au premier

## 3.2 Joints multiples (modulaires)

Dans certains cas – comme pour les longs ouvrages d'art, où une grande dilatation du joint est nécessaire – un joint unique devrait être si large que cela ne serait pas raisonnable, ni d'un point de vue acoustique, ni du point de vue de la sécurité routière. Dans ce cas, on peut opter pour des joints multiples ou modulaires: joints réalisés au départ du joint de dilatation auquel on ajoute des profilés centraux, pour permettre une dilatation plus importante. Différentes solutions techniques sont possibles pour réaliser un joint modulaire (figure 3.6 et figure 3.7).

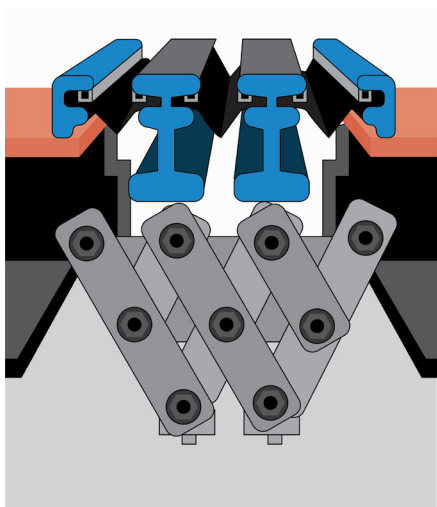


Figure 3.6 – Joint à pantographe

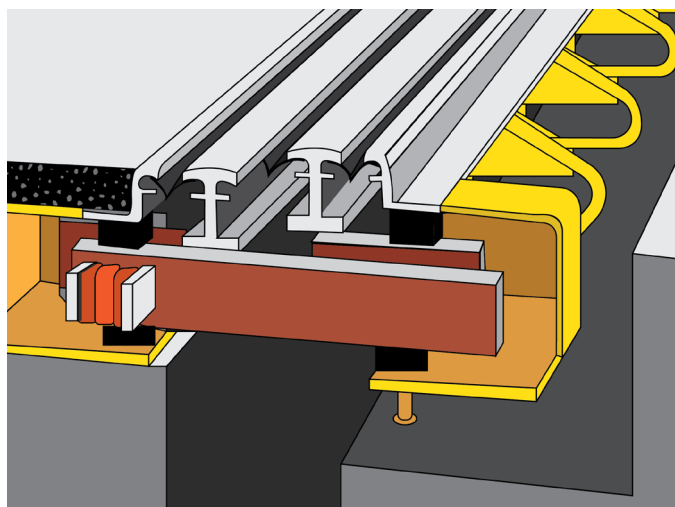


Figure 3.7 – Joint à traverse

Plus un joint contient de lamelles, plus il est bruyant. Le facteur de correction par rapport à un joint à quatre lamelles peut être calculé comme suit (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2013b):

$$\Delta_n = (n-4) * 0.627$$

Les lamelles sont généralement en métal, mais elles peuvent aussi être en caoutchouc. Il est également possible de placer des joints métalliques sur une base élastique et donc de les «rendre plus souples» à la base, ce qui donne aux pneus un «coup» moins rude lorsqu'on roule dessus et les fait donc moins vibrer. Rendre les lamelles plus souples peut entraîner une réduction du bruit d'environ 2 dB (Projektgruppe "Leiser Strassenverkehr 2", 2012). Tout comme un joint unique, des joints multiples peuvent être posés à la fois au droit du sens de la marche et sous un angle plus petit par rapport au sens de la marche.



**Figure 3.8** – Joints multiples avec deux lamelles en acier (à gauche) et trois lamelles en caoutchouc (à droite)

La face supérieure des lamelles métalliques est généralement plate et unie et peut s'avérer glissante par temps de pluie. Si le joint, en plus d'interrompre la chaussée, traverse aussi une piste cyclable, cela peut présenter un risque de chute pour les cyclistes. Il peut donc être judicieux d'améliorer la rugosité des lamelles au niveau de la piste cyclable, par exemple au moyen d'un composant époxy saupoudré d'un granulat naturel ou artificiel (figure 3.9).



**Figure 3.9** – Joints multiples métalliques traversant une piste cyclable sur un pont; la rugosité a été assurée en saupoudrant de la bauxite dans une couche d'époxy

### 3.3 Joints cantilever

Pour des raisons acoustiques, les joints peuvent être dotés d'un élément en porte-à-faux aux bords, qui peut être fabriqué dans différents profils.

#### 3.3.1 Joint cantilever avec profil en dents de scie

Les deux bords du joint sont pourvus d'un porte-à-faux avec profil en dents de scie qui s'emboîtent, ce qui réduit l'angle local des pneus par rapport au bord du joint. Si les dents de scie forment des triangles équilatéraux, l'angle local est de  $45^\circ$ . On utilise parfois des dents de scie à bouts arrondis.

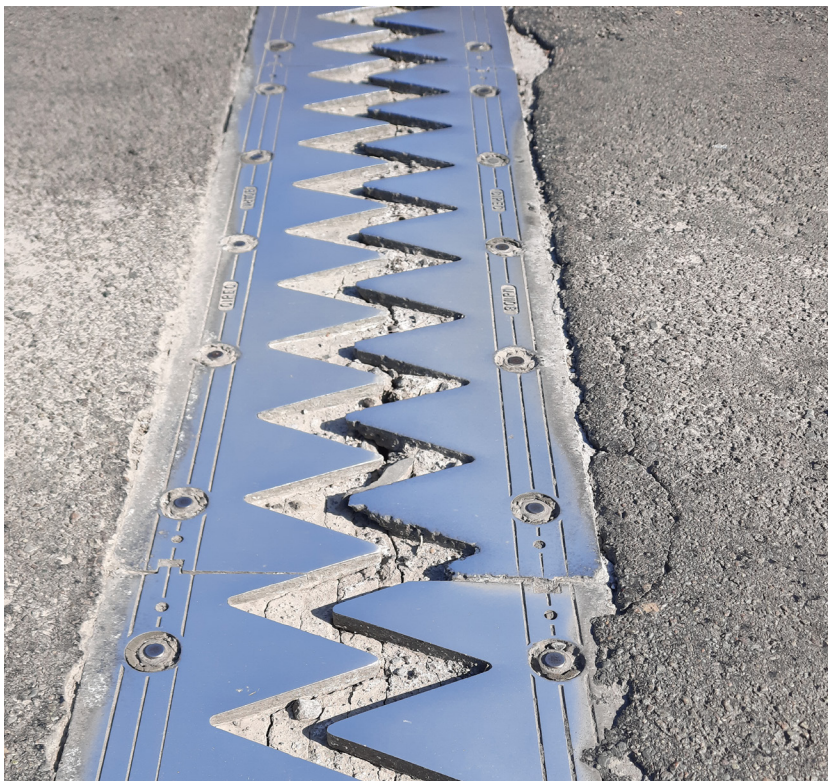


Figure 3.10 – Joint cantilever à dents



### 3.3.2 Joint cantilever sinusoïdal

Avec le joint sinusoïdal, les deux bords du joint sont sinusoïdaux et suivent les mêmes courbes.



Figure 3.11 – Joint cantilever sinusoïdal

### 3.3.3 Joint cantilever à peigne

Dans le cas d'un joint à peigne, l'un des bords du joint est pourvu de saillies métalliques rectangulaires, qui sont en permanence partiellement contenues dans des évidements rectangulaires correspondants de l'autre bord du joint.



Figure 3.12 – Joint à peigne

### 3.4 Joints multiples/modulaires avec éléments en forme de losange

Lorsqu'un joint en dents de scie ne suffit pas pour la dilatation requise, on peut en combiner plusieurs comme dans le cas du joint unique de tablier de pont à bords droits. À cette fin, des lamelles sont également ajoutées, qui comportent dans leur partie supérieure des éléments en forme de losange. Il est important de conférer aux éléments en forme de losange une rugosité suffisante, surtout lorsque de nombreux joints sont prévus.

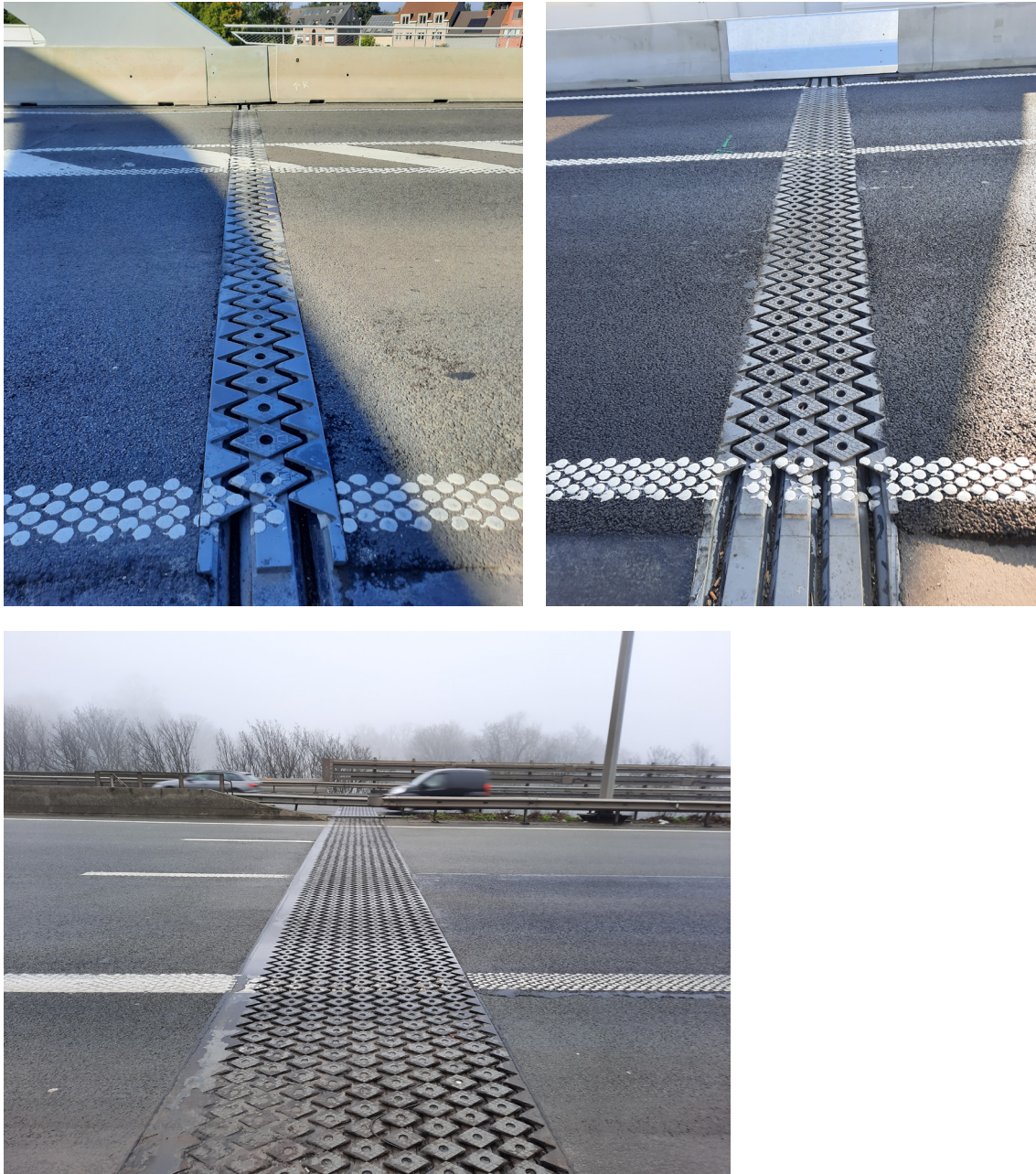


Figure 3.13 – Joints multiples avec éléments en forme de losange pour la réduction du bruit

### 3.5 Transitions de joint flexibles à base de bitume (joints composites)

Il s'agit d'un système de joint flexible et étanche composé de 75 % de gravillons et de 25 % de liant. Le liant est un composé élastomère (Vlaamse Overheid, Departement , Mobiliteit & Openbare Werken, 2021). Le matériau est scellé directement contre les bords du revêtement environnant. Ce type de joint est capable de supporter des dilatations limitées (souffle nominal jusqu'à 20 mm maximum).

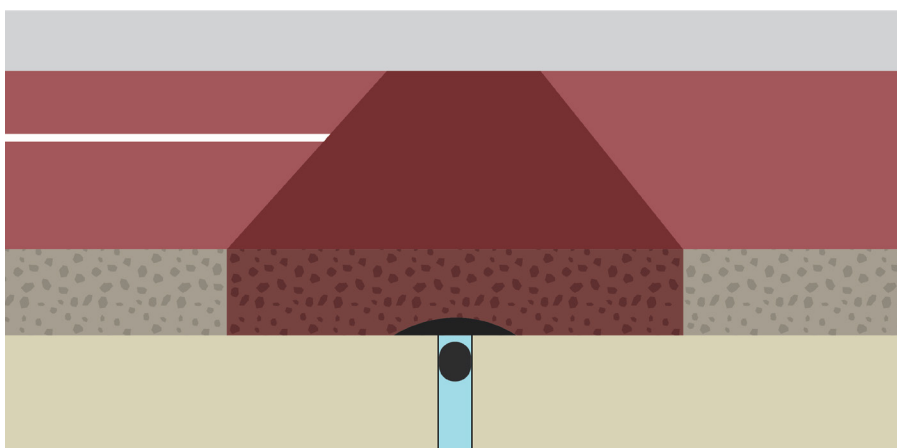
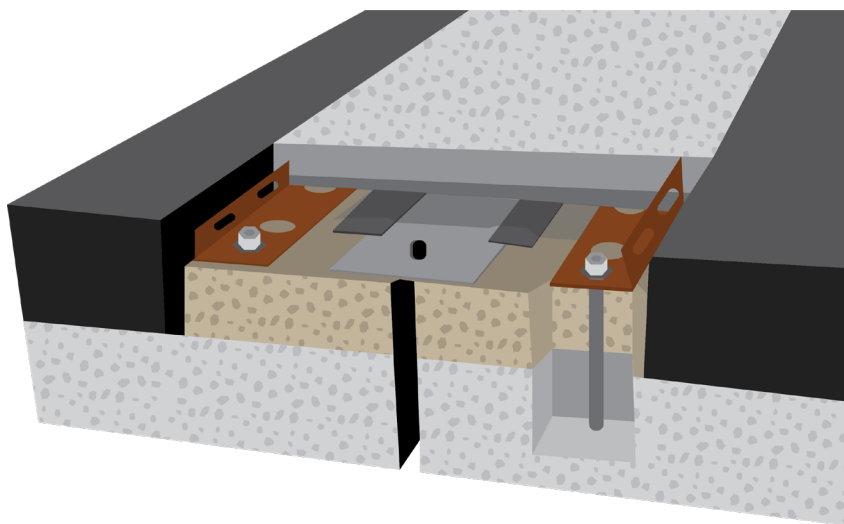


Figure 3.14 – Joint composite, où les bords sont scellés contre le revêtement de pont existant

### 3.6 Joints en PU

La masse de PU est scellée contre une poutre de renforcement en mortier polymère. Le joint peut être équipé de stabilisateurs pour augmenter son souffle nominal. Celui-ci peut être compris entre 15 et 135 mm.



**Figure 3.15** – Joint en PU, la masse de PU étant scellée contre une poutre de renforcement en mortier polymère

### 3.7 Joints tapis

Un joint tapis est également un joint flexible, mais le hiatus est recouvert d'un «tapis» préfabriqué en néoprène armé. Le souffle nominal va de 85 à 350 mm.

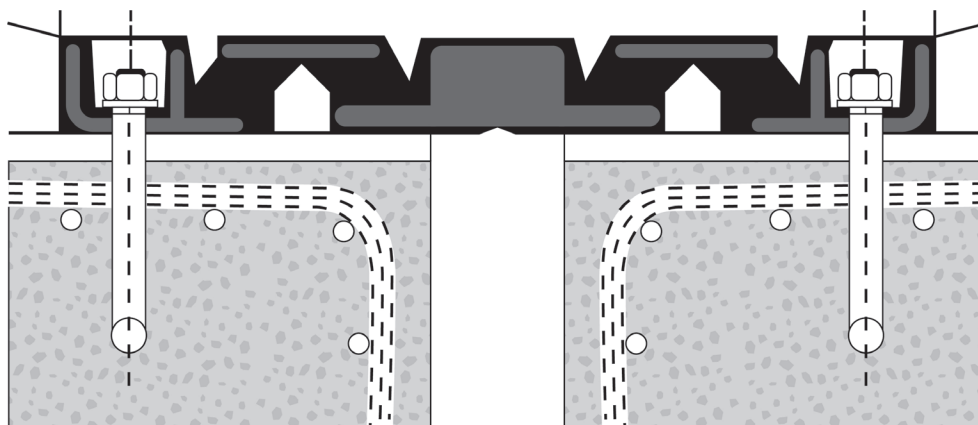


Figure 3.16 – Représentation schématique d'un joint tapis

## 4. Performances acoustiques des types de joint de pont utilisés en Belgique

La publication néerlandaise (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2013b) attribue à la plupart des types de joint utilisés en Belgique une *GeluidLabelWaarde* (GLW) ou, en français, une «valeur d'étiquette de bruit», exprimée en dB (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2013a). Cette valeur d'étiquette de bruit est mesurée à une hauteur de microphone de 3 m au-dessus du pont et représente le niveau de bruit qui est dépassé dans 10 % des cas (§ 2.2.1).

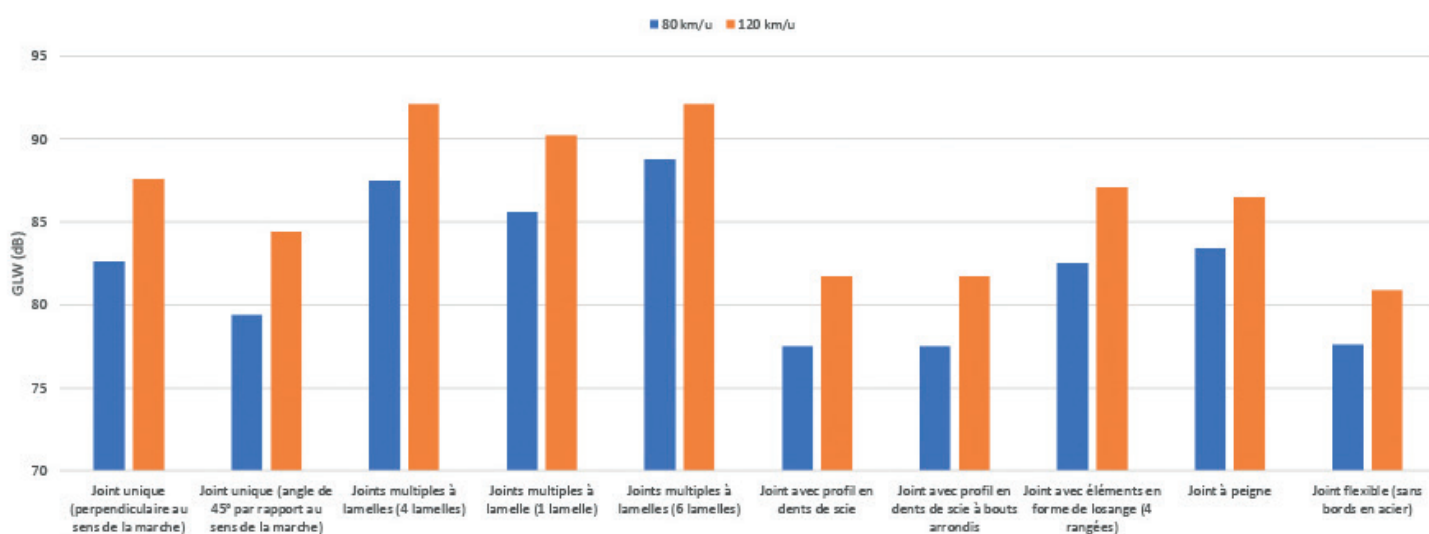


Figure 4.1 – Niveaux de bruit des joints de pont courants en Belgique, exprimés en geluidlabelwaarde (valeur d'étiquette de bruit), déterminés selon la méthode néerlandaise



## Bibliographie

- Association Française de Normalisation (AFNOR). (2002). *Essais relatifs aux joints de chaussées des ponts routes: Méthodologie de caractérisation in situ de l'émergence acoustique* (XP P98-095). <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/xp-p98095/essais-relatifs-aux-joints-de-chaussees-des-ponts-routes-methodologie-de-ca/fa122867/19664>
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Österreichische Forschungsgesellschaft Strasse Schiene Verkehr (FSV). (2011). *Brücken: Brückenausrüstung: Übergangskonstruktionen: Schalltechnische Beurteilung von Fahrbahnübergängen* (Richtlinien und Vorschriften für das Strassenwesen [RVS] No. 15.05.52). <http://www.fsv.at/shop/produktdetail.aspx?IDProdukt=4866ef93-a6e8-4500-918f-0190c13f25ee>
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Österreichische Forschungsgesellschaft Strasse Schiene Verkehr (FSV). (2019). *Umweltschutz: Lärm und Luftschadstoffe: Berechnung von Schallemissionen und Lärmschutz* (Richtlinien und Vorschriften für das Strassenwesen [RVS] No. 04.02.11). <http://www.fsv.at/shop/produktdetail.aspx?IDProdukt=9c833b6d-9c84-477f-951a-9518ccb8576f>
- Bureau de Normalisation (NBN). (2004-2015). *Eurocode 1: Actions sur les structures* (NBN EN 1991[-1-1][-4]). <https://www.nbn.be/data/r/platform/frontend/all-standards?lang=fr>
- Deutsches Institut für Normung (DIN). (1996-2012). *Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen* (DIN 45645[-1][-2]). Beuth Verlag. <https://www.beuth.de/de/erweiterte-suche/272754!search?alx.searchType=complex&alx.search.autoSuggest=false&searchAreald=1&qery=%22din+45645%22&facets%5B276612%5D=&hitsPerPage=10>
- European Organisation for Technical Approvals (EOTA). (2013, mai). *Guideline for European technical approval of expansion joints for road bridges. Part 8: Modular expansion joints* (European Technical Approval Guideline [ETAG] No. 032). <https://www.eota.eu/sites/default/files/uploads/ETAGs/etag-032-part-8-may-2013.pdf>
- Finne, P. & Fryd, J. (2017). *Støjer dilatationsfuger? Trafik & Veje*, (8), 62-65. <https://forcetechnology.com/-/media/force-technology-media/pdf-files/unnumbered/auralisation/stojer-dilatationsfuger-trafik--veje-aug-2017.pdf?la=en>
- Fürst, A., Laffranchi, M. & Nissen, T.O. (2018). *Lärmschutz bei Brücken*. Schweizerische Eidgenössenschaft, Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Strassen (ASTRA). [https://www.mobilityplatform.ch/fileadmin/mobilityplatform/normenpool/21714\\_690\\_Inhalt.pdf](https://www.mobilityplatform.ch/fileadmin/mobilityplatform/normenpool/21714_690_Inhalt.pdf)
- Gutbier, M. & Schierz, H. (2007). *Aufstellung von Vorgaben zum Mass der Lärminderung von Fahrbahnübergängen* (Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik [FSS] No. 980). Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur, Abteilung Strassenbau.
- International Organization for Standardization (ISO). (2023). *Acoustics: Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise. Part 1: Statistical pass-by method* (ISO 11819-1). <https://www.iso.org/standard/77371.html>



- Kalivoda, M., Jaksh, M. & Huber, F. (2004). *Schallemission zweier Fahrbahnübergangskonstruktionen auf der A9/Murbrücke*. psiA-Consult & Österreichische Autobahnen- und Schnellstrassen-Aktiengesellschaft (ÖSAG).
- Kalivoda, M. & Frauwallner, J. (2005, mars 14-17). Messung und Beurteilung der Geräuschemission von Fahrbahnübergängen auf Autobahnbrücken. In 31. *Deutsche Jahrestagung für Akustik (DAGA '05), München, Deutschland* (pp. 169-170). Deutsche Gesellschaft für Akustik.  
[https://pub.dega-akustik.de/DAGA\\_1999-2008/data/articles/002285.pdf](https://pub.dega-akustik.de/DAGA_1999-2008/data/articles/002285.pdf)
- Kropp, W., Jagenäs, A., Larsson, K. & Genell, A. (2001). *Possibilities to reduce noise from bridge expansion joints* (Report No. S 01-01).
- Mao, D. & Ding, Y. (2021, juin 25-27). Measurement and analysis of bridge expansion joint noise. In *E3S web conference: Vol. 293. 3<sup>rd</sup> global conference on ecological environment and civil engineering* (GCEECE 2021), Guangzhou, Chine (Article 02053).  
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202129302053>
- Marcocci, S. (2019, mars 12). *Caractérisation acoustique des joints de dilatation d'ouvrages d'art* [présentation]. Journée d'information sur la gestion des ouvrages d'art, Wépion. Service Public de Wallonie (SPW), Direction de l'Expertise des Ouvrages
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. (2013a). *Geluideisen voegovergangen* (Rijkswaterstaat Technisch Document [RTD] No. 1007-3, versie 1.0). [https://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/jpgv/voegovergang\\_94\\_geluideisen\\_voegovergangen\\_rtd\\_1007-3.pdf](https://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/jpgv/voegovergang_94_geluideisen_voegovergangen_rtd_1007-3.pdf)
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. (2013b). *Meerkeuzematrix (MKM) voegovergangen (met factsheets)* (Rijkswaterstaat Technisch Document [RTD] No. 1007-1, versie 1.0). [https://www.pveno.nl/handboek-voegovergangen/wp-content/uploads/sites/3/2016/06/RTD\\_1007-1\\_MKM\\_Definitieve\\_versie\\_1.0.pdf](https://www.pveno.nl/handboek-voegovergangen/wp-content/uploads/sites/3/2016/06/RTD_1007-1_MKM_Definitieve_versie_1.0.pdf)
- Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) & M+P Raadgevende Ingenieurs. (2012). *De wegdekcorrectie voor geluid van wegverkeer 2012* (CROW Publicatie No. 316). Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechiek (CROW).
- Nordtest. (2005). *Acoustics: Prominence of impulsive sounds and for adjustment of Laeq* (Nordtest Method No. NT ACOU 112). <http://www.nordtest.info/wp/2002/05/01/acoustics-prominence-of-impulsive-sounds-and-for-adjustment-of-laeq-nt-acou-112/>
- Pijpers, R.J.M. (2005). *Meetbare geluidseisen en geluidsarme oplossingen voor enkelvoudige voegovergangen* (Stevin Laboratory No. 6-05-8). Technische Universiteit Delft (TUDelft), Faculteit Techniek en Geowetenschappen, Gebouwen en Civieltechnische Constructies.  
<http://resolver.tudelft.nl/uuid:7c546759-d0d9-4d25-a54c-f5cc41874738>
- Projektgruppe "Leiser Strassenverkehr". (2004). *Verbundprojekt "Leiser Strassenverkehr: Reduzierte Reifen-Fahrbahn-Geräusche"* (Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, Strassenbau No. S 37). Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt).  
<https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/88/file/S37.pdf>

- Projektgruppe "Leiser Strassenverkehr 2". (2012). *Verbundprojekt "Leiser Strassenverkehr 2": Reduzierte Reifen-Fahrbahn-Geräusche* (Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, Strassenbau No. S 74). Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt). <https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/547/file/S74.pdf>
- Reinhall, G. & Soloway, A.G. (2019). *Modular expansion joint noise mitigation study*. Washington State Department of Transportation (WSDOT). <https://wsdot.wa.gov/publications/fulltext/LegReports//17-19/ExpansionJointNoiseMitigationStudy.pdf>
- Service Public de Wallonie (SPW), Mobilité & Infrastructures. (2021). *CCT Qualiroutes: Cahier des charges type* (Version consolidée 2021 [et les adaptations suivantes]). [http://qc.spw.wallonie.be/fr/qualiroutes/index\\_cctquali.html](http://qc.spw.wallonie.be/fr/qualiroutes/index_cctquali.html)
- Sexton, T. (2011). *Expansion joint noise reduction on the new Tacoma Narrows Bridge* (WSDOT Research Report No. WA-RD 785.1). Washington State Department of Transportation (WSDOT). <https://www.wsdot.wa.gov/research/reports/fullreports/785.1.pdf>
- Thaler, P. & Bohny, H.M. (2000). *Schallemissionen und -immissionen von Brückenübergangskonstruktionen*. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz.
- Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit & Openbare Werken. (2021). *Standaardbestek 260 voor kunstwerken en waterbouw* (Version consolidée 2.0a van SB260 2.0 en de errata en aanvullingen bij SB 260 versie 2.0). [https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1653908657/SB260\\_2.0a\\_SB\\_volledig\\_srmrwr.pdf](https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1653908657/SB260_2.0a_SB_volledig_srmrwr.pdf)
- Wong, C.K., Lee, Y.Y., Wong, J.C.K., Lo, T.Y., Leung, A.Y.T. & Wong, K.W. (2013). The ageing effect of mechanical joints «on the tyre/joint noises monitored by a control vehicle method without traffic disturbance. *Advances in mechanical engineering*, Artikel 454351. Première publication en ligne. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/454351>

Les membres ressortissants et les membres adhérents peuvent commander gratuitement les publications du CRR. Cette publication est disponible au format électronique uniquement.

**Plus d'informations:**

<https://brrc.be/fr/expertise/publications>

**Commander cette publication:**

[publication@brrc.be](mailto:publication@brrc.be)

Caractéristique: R 107 – Prix: 11 € (hors TVA 6 %)

## Autres publications dans la série «Recommandations»

Orientée sur la conception, l'exécution et l'entretien des routes, la série «Recommandations» (référence R) rassemble les résultats de recherches de groupes de travail créés par le CRR en vue d'étudier des sujets bien déterminés.

Référence	Titre	Prix
R 105	Code de bonne pratique pour la formulation des enrobés bitumineux	16,00 €
R 104	Code de bonne pratique pour l'essai de compression cyclique uniaxial pour l'asphalte coulé	10,00 €
R 102	Code de bonne pratique pour le choix du revêtement bitumineux lors de la conception ou de l'entretien des chaussées	20,00 €
R 98 Rév. 1	Code de bonne pratique pour les matériaux bitumineux coulés à froid	16,00 €
R 97	Code de bonne pratique pour les revêtements en dalles, en dalles de grand format et en dalles préfabriquées en béton	16,00 €
R 88/14	Code de bonne pratique pour la protection des routes contre les effets de l'eau	18,00 €
R 84/12	Code de bonne pratique pour la gestion et la maîtrise des mauvaises herbes sur les revêtements modulaires par voie non chimique + Annexe (Arbre de décision pour la gestion et la maîtrise des mauvaises herbes sur les revêtements modulaires)	20,00 €
R 83/12	Code de bonne pratique pour la conception, la mise en œuvre et l'entretien des complexes étanchéité-revêtement de ponts à tablier en béton	32,00 €

## Autres collections CRR



Compte rendu de recherche



Méthode de mesure



Synthèse



**Centre de recherches routières**  
Ensemble pour des routes durables

Établissement reconnu par application de l'arrêté-loi du 30 janvier 1947  
Boulevard de la Woluwe 42  
1200 Bruxelles  
Tél.: 02 775 82 20  
[www.crr.be](http://www.crr.be)

Pour la construction de ponts fixes et de viaducs, au moins une interruption transversale doit être prévue pour tenir compte des tassements thermiques de la structure. Une interruption du revêtement – au droit ou en biais par rapport au sens de la marche – est généralement un facteur défavorable en termes de bruit de la circulation: souvent, les pneus des véhicules qui passent dessus produisent un bruit impulsionnel, qui induit souvent des nuisances sonores supplémentaires pour les riverains.

Il existe toutefois plusieurs types de joint de pont, aux qualités acoustiques très variables. Dans un premier temps, il est important de pouvoir mesurer objectivement le bruit des joints de pont afin d'évaluer l'impact sonore pour le voisinage. En Belgique, le SPW a étudié ce problème ces dernières années et a proposé sa propre méthode de mesure.

Au sein du groupe de travail Bruit du CRR, qui adapte les activités de la cellule Bruit du CRR aux besoins des Régions, le souhait a été exprimé de disposer d'un document belge décrivant une méthode belge de mesure du bruit des joints de pont: un premier pas vers une normalisation au niveau national.

Outre cette méthode de mesure belge, ce document comprend également un aperçu des méthodes similaires existant à l'étranger. Enfin, ce code de bonne pratique énumère les types de joint de pont utilisés en Belgique, et en évalue également les qualités acoustiques.

#### Mots clés ITRD

2492 – BRUIT; 2998 – JOINT; 3482 – TABLIER DE PONT; 6136 – MESURE; 8007 – AUTRICHE; 8008 – BELGIQUE; 8023 – CHINE; 8028 – DANEMARK; 8036 – FRANCE; 8078 – PAYS BAS; 8109 – SUEDE; 8110 – SUISSE; 8122 – USA; 8125 – ALLEMAGNE; 9102 – METHODE