

EXPOSÉ TECHNIQUE - DANS LE CADRE DU CAMPUS ASCHWANDEN

Une nouvelle génération d'éléments de transmission des forces atténuant les bruits de choc

Prof. Dr. Ing. Urs Bopp SIA/VDI,

École technique supérieure de la Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)

Prof. Dr. sc. math. Marcel Steiner,

École technique supérieure de la Fachhochschule Nordwestschweiz

Table des matières

1. Introduction	3
2. Procédures	5
3. Tests proches de la réalité dans les instituts d'essais	9
4. Procédé de mesure de la Hochschule für Technik de Stuttgart	15
5. Montage des éléments de transmission des forces	17
6. Résumé	21
7. Références bibliographiques et normes	23

1 Introduction

Dans la construction, il est fréquent d'utiliser des éléments de transmission des forces dans l'appui des éléments de construction. Ils sont employés avant tout dans les escaliers, les balcons, les paliers et les arcades. Il s'agit alors d'éléments de transmission uniaxiaux pour la reprise des efforts tranchants ou des forces de traction. L'accent ne sera pas mis ici seulement sur l'amortissement des vibrations, mais aussi et surtout sur l'affaiblissement des bruits de choc. Le bruit de choc est une forme particulière de bruit solidien qui peut apparaître de manière très gênante précisément dans les zones de transition entre les cages d'escaliers et les parties d'habitation voisines. Les liaisons nécessaires au niveau statique provoquent un pont acoustique permettant au bruit solidien de se transmettre d'un élément de bâtiment à l'autre. Ceci exige une isolation phonique efficace.

1.1 SIA 181:2006

Avec l'introduction en 2006 de la norme SIA 181 remaniée concernant la protection contre le bruit dans le bâtiment, les normes plus strictes [1, § 2.2.2] s'appliquent aux maisons jumelles ou mitoyennes ainsi qu'aux propriétés par étages neuves. Des normes plus strictes [1, § 3.2.2.3] s'appliquent pour les bruits de choc dans les bâtiments neufs.

1.2 Exigences accrues de la part des maîtres d'ouvrage

En plus des dispositions légales en matière d'isolation du bruit solidien dans les bâtiments, les maîtres d'ouvrage sont soumis à des exigences sans cesse croissantes lors du déroulement d'un chantier. Une isolation phonique efficace est par ailleurs absolument indispensable pour la maîtrise d'ouvrage, car les ponts de bruit solidien dans les habitations peuvent avoir des conséquences franchement indésirables. Du fait de la demande croissante de calme et de repos de la part de notre société, il faut tenir compte des exigences sévères en matière de protection contre le bruit dès la conception des éléments porteurs en béton. Grâce à une conception très étudiée des joints de dilatation ainsi créés, il est possible de réduire notablement la transmission du bruit entre les éléments de bâtiment. Si, dans une habitation, les ponts de bruit solidien entraînent des inconvénients importants concernant la qualité de vie des habitants, cela peut avoir une influence très négative sur la valeur du bâtiment et s'avérer très gênant pour les habitants. Par ailleurs, une intervention a posteriori sur les ponts de bruit solidien sera quasi impossible ou nécessitera des travaux très importants. Les constructions sur semelle habituelles ne sont pas souhaitables pour des raisons esthétiques et fonctionnelles, car elles mobilisent une surface relativement grande.

1.3 Objectif

La société F.J. Aschwanden SA de Lyss fabrique des produits innovants haut de gamme en matière d'ingénierie du bâtiment. Elle propose entre autres la ligne de produits Silent constituée d'éléments utilisés dans l'isolation du bruit solidien. Ces produits sont sans cesse améliorés et optimisés.

En raison des exigences croissantes en matière de protection contre le bruit dues aux normes et aux maîtres d'ouvrage, l'objectif de la société F.J. Aschwanden SA est depuis longtemps d'améliorer l'efficacité de l'isolation par les goujons pour la transmission de charges transversales, les ancrages et les éléments d'armature. Outre l'amélioration des propriétés acoustiques et celles

concernant la statique du bâtiment, les préoccupations principales ont concerné la facilité du montage ainsi que les considérations esthétiques.

Le développement a été réalisé en collaboration avec les spécialistes en ingénierie des bâtiments de l'École technique supérieure de Rapperswil, en acoustique et en vibrations de l'École technique supérieure de la Fachhochschule Nordwestschweiz de Windisch et en physique de l'Université de Bâle. Les vérifications en matière d'acoustique des éléments développés se sont déroulées dans les locaux de recherche de l'EMPA à Dübendorf et dans ceux du Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP à Stuttgart.

2 Procédures

Au cours des dernières années, de nouveaux matériaux ont été mis au point avec succès permettant d'obtenir un amortissement efficace des vibrations dans la construction. Cependant ils présentent généralement de faibles pressions de contact admissibles et, par conséquent, la conformation des éléments doit être optimisée pour le nouveau matériau.

Dans le passé, il était accordé une grande importance lors du choix du matériau au seul amortissement des vibrations qui n'est pas le seul à être déterminant en matière de transmission des bruits. Dans les études dont il est question, les matériaux ont été choisis avant tout pour leur efficacité en matière d'isolation par rapport à la transmission du bruit solidien.

Lors des études préalables réalisées à l'École technique supérieure de la FHNW, différents matériaux et combinaisons de matériaux ont été testés sous la pression permanente maximale admissible ainsi que sous des charges plus faibles en ce qui concerne l'affaiblissement du bruit solidien.

2.1 Essais préalables

Structure utilisée pour les mesures

La conception des essais repose sur les essais réalisés ces dernières années par Sommerfeld [2] et Fichtel et al [3] ainsi que sur la norme DIN EN ISO 16251-1 [4].

Les vibrations produites par le marteau-pilon standard sont transmises à une plaque de charge en béton par l'intermédiaire d'une série de plaques de charge en acier (Fig. 1). Pour améliorer la transmission du bruit solidien entre les plaques de charge, les plaques de charge en acier sont rectifiées et la plaque de charge en béton est fraisée. Des essais ont montré que le nombre de plaques de charge en acier n'a pas une grande influence sur la transmission du bruit solidien entre le marteau-pilon et la plaque de charge en béton.

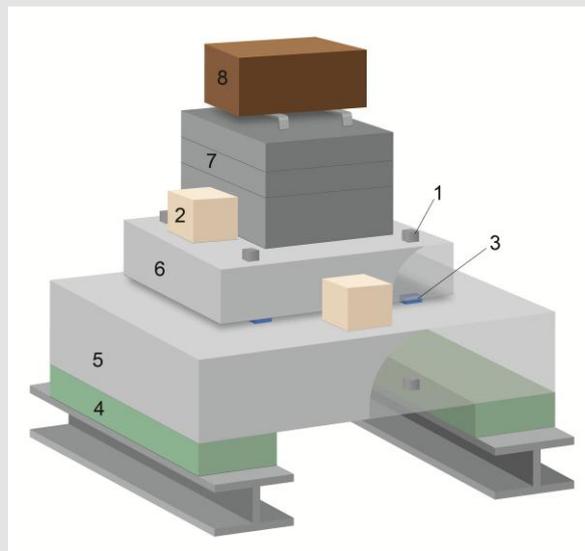


Fig. 1: Banc d'essais des essais préalables. 1 Accéléromètre, 2 Micro encapsulé, 3 Éprouvette, 4 Appui élastique, 5 Plaque de base en béton, 6 Plaque de charge en béton, 7 Plaques de charge en acier, 8 Marteau-pilon standard

Les plaques de charge et le marteau-pilon reposent sur la plaque de base en béton par l'intermédiaire des éprouvettes (isolation). La charge peut être modifiée en agissant sur le nombre de plaques de charge en acier.

Pour mesurer la transmission des vibrations, trois accéléromètres sont fixés sur la plaque de charge en béton et sur la plaque de base en béton. L'analyse s'effectue également conformément à la norme DIN EN ISO 16251-1 [4].

Par ailleurs la transmission du bruit solidien est également déterminée directement par la mesure du bruit aérien secondaire (bruit solidien émis). En particulier le niveau global du bruit aérien est un étalon fiable et reconnu pour déterminer la sensation de gêne pour l'être humain. A cette fin, un micro encapsulé par rapport à son environnement est placé au-dessus de la plaque de charge en béton et un autre au-dessus de la plaque de base en béton. Ainsi les micros enregistrent essentiellement le bruit aérien émis par la plaque en béton concernée tandis que le bruit aérien direct est très largement étouffé par la double encapsulation du micro.

Séries d'essais

De nombreux essais et mesures ont été réalisés sous différentes charges. Pour obtenir des résultats optimaux, les matériaux isolants ont été testés dans différentes configurations (configuration en sandwich, etc.) et comparés entre eux. La tenue en cas d'absorption de l'humidité par le matériau isolant a également été étudiée.

Résultats des mesures et conclusions

Les essais préalables ont permis d'obtenir des informations importantes pour le choix des meilleurs matériaux. Comme prévu, la dispersion lors des essais a été relativement grande si bien que de nombreuses mesures ont été effectuées pour obtenir des résultats fiables.

Les expériences ont montré que les nouveaux matériaux isolants présentent une isolation du bruit solidien bien meilleure que les matériaux utilisés auparavant, en particulier dans la zone basse fréquence jusqu'à 400 Hz environ très importante en matière d'acoustique architecturale. Même les tout nouveaux matériaux ultra résistants présentent une très bonne efficacité en matière d'isolation.

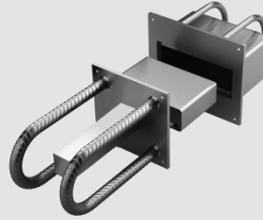
L'utilisation des tout nouveaux matériaux isolants promet donc un excellent affaiblissement des bruits de choc pour des charges élevées ou très élevées.

2.2 Nouveau design des éléments de transmission des forces

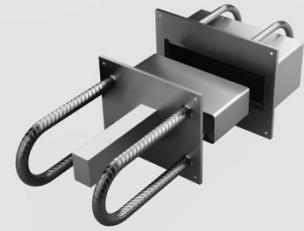
Les résultats des essais préalables ont initié le développement des nouveaux éléments de transmission des forces. Comme les matériaux isolants n'ont pas tous la même souplesse, il a fallu entre autres adapter la surface de contact. Ceci a conduit à développer un nouveau design des goujons pour la transmission de charges transversales CRET Silent-980 à -986, des goujons pour la transmission de charges transversales pour la préfabrication CRET Silent-945 APG à -947 APG, des ancrages RIBA Silent-912 à -917 ainsi que des appuis d'escalier NELL Silent (Fig. 2 à 5).



CRET Silent-984

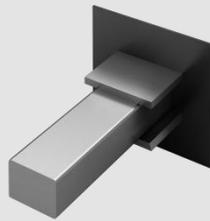


CRET Silent-985

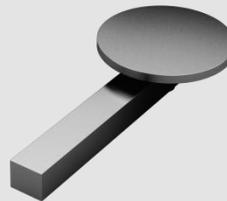


CRET Silent-986

Figure 2: Goujons pour la transmission de charges transversales CRET Silent pour béton coulé sur place



Gaine



Goujon

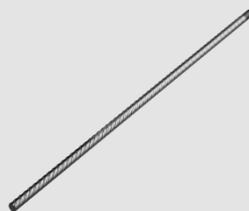


APG

Figure 3: Goujons pour la transmission de charges transversales pour la préfabrication CRET Silent
CRET Silent-945 APG, -946 APG, -947 APG



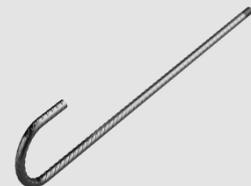
Gaine



Ancrage modèle A



Ancrage modèle B



Ancrage modèle C

Figure 4: Ancrages de traction et de compression RIBA Silent
RIBA-915, -917



NELL Silent-Z



NELL Silent-L



NELL Silent-F



NELL Silent-W



NELL Silent-Isolmat

Figure 5: Appuis d'escalier et appuis NELL Silent

3 Tests proches de la réalité dans les instituts d'essais

3.1 Structure utilisée pour les mesures

Afin de contrôler les goujons pour la transmission de charges transversales et les ancrages également dans des conditions de mise en place proches de la réalité, l'EMPA de Dübendorf et le Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP de Stuttgart ont été chargés de réaliser des tests sur leurs bancs d'essais.

Comme il n'existait pas jusqu'alors de norme de contrôle des propriétés acoustiques des goujons pour la transmission de charges transversales ou des ancrages, les instituts d'essai ont recommandé une procédure de mesure basée sur la norme concernant les bâtiments avec dalles pris en compte dans la famille de normes DIN EN ISO 10140. Dans cette famille de normes, la mesure de l'affaiblissement du bruit de choc est réglée par ex. avec un appui de dalle.

Le banc d'essais est conçu de façon qu'il soit possible d'étudier les éléments de transmission des forces CRET Silent et RIBA Silent une fois en place. Cette conception d'essai ressemble beaucoup à une situation de montage réelle (Fig. 6).

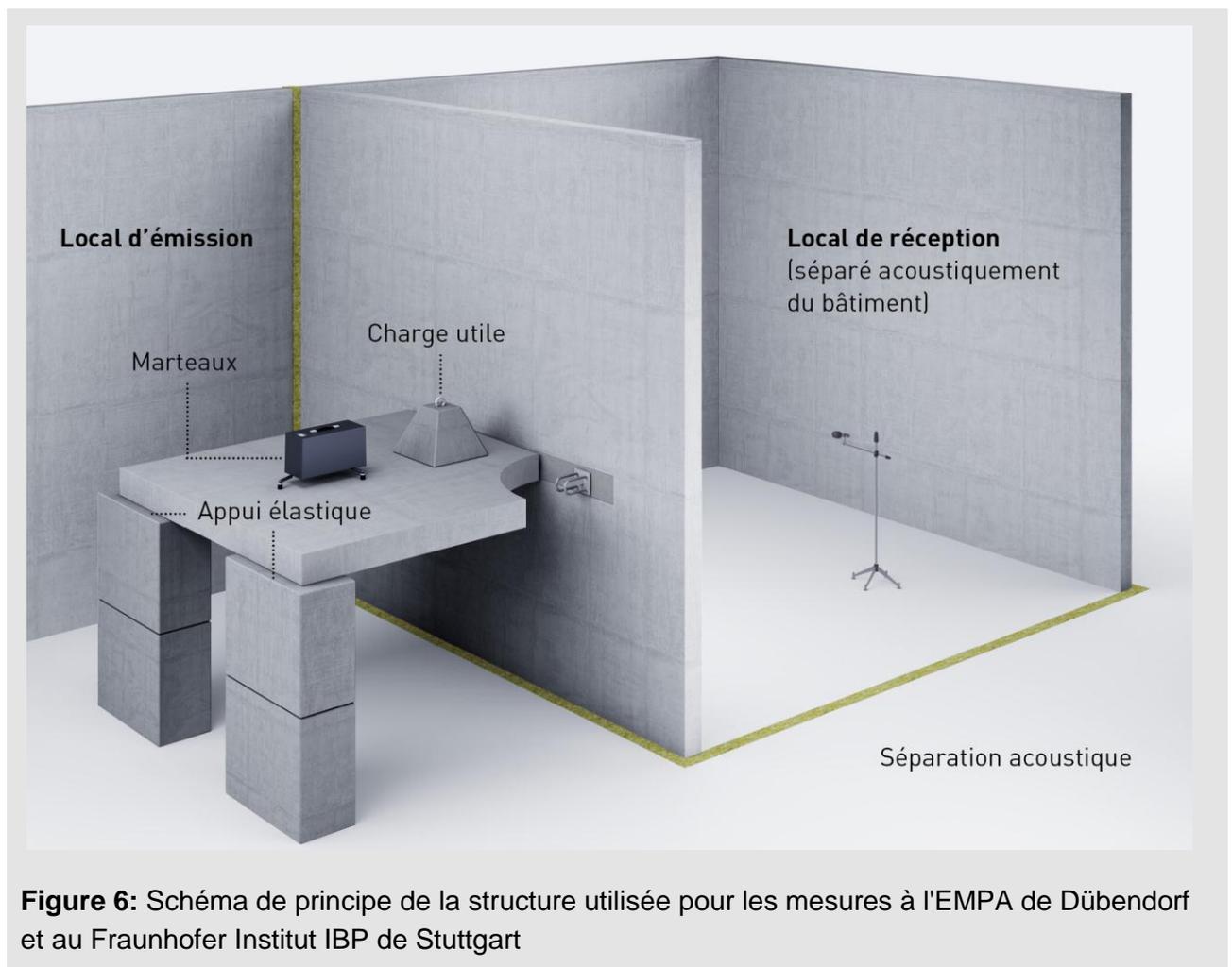


Figure 6: Schéma de principe de la structure utilisée pour les mesures à l'EMPA de Dübendorf et au Fraunhofer Institut IBP de Stuttgart



Figure 7: Vue de la configuration du test EMPA sans charge utile (source: rapport d'essai EMPA n° 446465)



Figure 8: Montage de la dalle de palier sans charge utile au Fraunhofer Institut IBP

La dalle de palier avec l'élément d'affaiblissement du bruit de choc a été encadrée dans le mur de la salle d'essais et frappée à l'aide d'un marteau-pilon standard. L'extrémité libre de la dalle de palier a été posée sur un support élastique pour éviter les voies secondaires lors de la transmission. Ce dispositif a permis de simuler la charge utile avec des poids en acier et des poids en béton. Pour servir de référence, la dalle de palier a été encadrée dans la maçonnerie et également frappée par le marteau-pilon standard (Figures 7 et 8).

En prenant comme référence la norme EN ISO140-8 ou DIN EN ISO 10140-3, on procède en plus à une mesure dans les différentes bandes de tiers d'octave :

- (a) le niveau du bruit de choc $L_{n,r,0}$ de cette dalle d'un seul tenant, sans joint, encadrée dans la maçonnerie (correspond à la mesure de référence)
- (b) la valeur correspondante $L_{n,r}$ de la dalle brute avec le goujon pour la transmission de charges transversales CRET Silent ou l'ancrage RIBA Silent (correspond à la mesure avec le dispositif d'affaiblissement du bruit de choc).

L'affaiblissement du bruit de choc dans les différentes bandes de tiers d'octave est alors donnée par l'équation :

$$\Delta L = L_{l,n,r,0} + L_{n,r} [dB]$$

3.2 Résultats des mesures

La Figure 9 montre l'affaiblissement du bruit de choc des nouveaux goujons pour la transmission de charges transversales CRET Silent-984, -985 et -986, déterminé par le Fraunhofer IBP, par rapport à une dalle de palier encastrée.

Déjà en 1998, l'EMPA a mesuré selon la même méthode les goujons pour la transmission de charges transversales CRET Silent-960/-970, qui étaient une nouveauté à l'époque, et plus tard les CRET Silent-980 à la demande de F.J. Aschwanden SA. Ces résultats de mesures apparaissent également sur la Figure 9. Les valeurs chiffrées de la Figure 9 indiquent la réduction des niveaux de tiers d'octave évalués A par rapport à une dalle de palier encastrée.

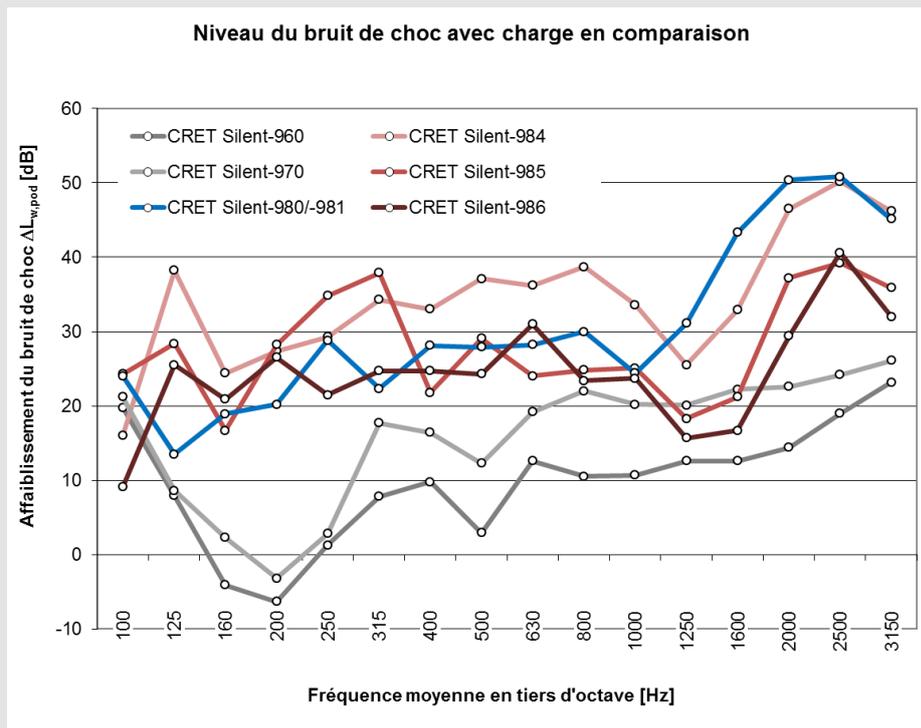


Figure 9: Affaiblissement du bruit de choc des nouveaux goujons pour la transmission de charges transversales CRET Silent déterminé par l'EMPA ou le Fraunhofer IBP avec une charge utile par rapport à un palier encastré

Il ressort de la Figure 9 qu'avec 20 à 30 dB, l'affaiblissement du bruit de choc par les nouveaux éléments CRET Silent est très bon dès la gamme des basses fréquences contrairement à celui obtenu avec les goujons pour la transmission de charges transversales traditionnels. Cet affaiblissement atteint même des valeurs de 40 à 50 dB dans la gamme des hautes fréquences.

Avec les nouveaux goujons CRET Silent-980 à -986, il ne se produit pas d'interférences dans l'affaiblissement du bruit du choc aux différentes fréquences moyennes en tiers d'octave en dessous de 10 dB.

Pour faciliter la caractérisation d'éléments phono-isolants, un indice est souvent désiré au lieu de l'affaiblissement du bruit de choc dans les 16 bandes de tiers d'octave. Étant donné qu'il n'existe actuellement pas de méthode d'essai internationale pour les appuis d'escalier et de palier, cet indice a été élaboré sous forme d'un affaiblissement du bruit de choc pondéré ΔL_w selon la

norme EN ISO 717-2. Cette méthode peut tout à fait être appliquée pour le cas présent. Ceci est également confirmé par d'autres études [5 - 7].

CRET Silent

Pour les goujons pour la transmission de charges transversales dernière génération, CRET Silent-984, -985 et -986, les valeurs de mesure du Fraunhofer IBP pour cet affaiblissement pondéré du bruit de choc ΔL_w ont donné par rapport à une dalle de palier encastrée les résultats suivants:

CRET Silent-984: $\Delta L_w = 40$ dB

CRET Silent-985: $\Delta L_w = 30$ dB

CRET Silent-986: $\Delta L_w = 26$ dB

Les éléments à faible résistance ultime obtiennent des valeurs d'affaiblissement du bruit de choc excellentes et ceux à résistance ultime élevée obtiennent encore des valeurs très bonnes.

Des résultats semblables ont été obtenus avec les goujons pour la transmission de charges transversales CRET Silent-945 APG à -947 APG d'affaiblissement du bruit de choc en cas de montage dans des éléments de bâtiment préfabriqués.

La Figure 10 montre l'affaiblissement pondéré du bruit de choc des goujons pour la transmission de charges transversales d'affaiblissement du bruit de choc comparativement à la résistance ultime des différents éléments pour une largeur de joint $e = 20$ mm.

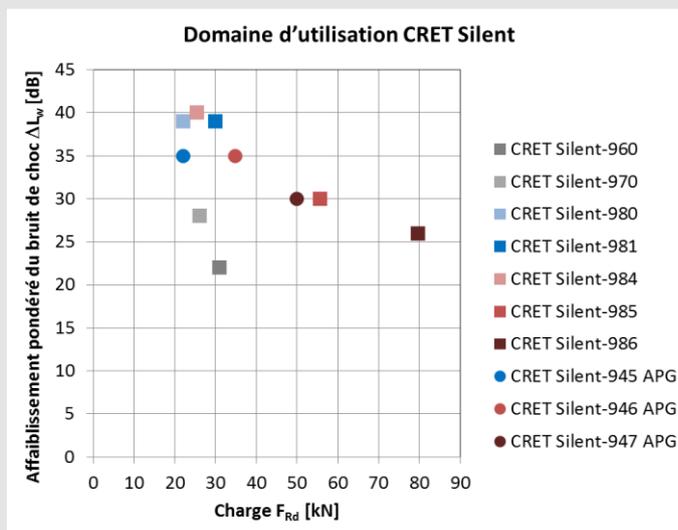


Figure 10: Plage d'utilisation des goujons pour la transmission de charges transversales d'affaiblissement du bruit de choc: affaiblissement pondéré du bruit de choc mesuré et résistance ultime maximale

RIBA Silent

On a mesuré pour les ancrages phono-isolants les affaiblissements pondérés du bruit de choc ΔL_w ci-dessous par rapport à la dalle de palier encastrée:

RIBA Silent-912: $\Delta L_w = 39$ dB

RIBA Silent-915: $\Delta L_w = 33$ dB

RIBA Silent-917: $\Delta L_w = 33$ dB

La Figure 11 montre l'affaiblissement pondéré du bruit de choc des ancrages d'affaiblissement du bruit de choc comparativement à la résistance ultime.

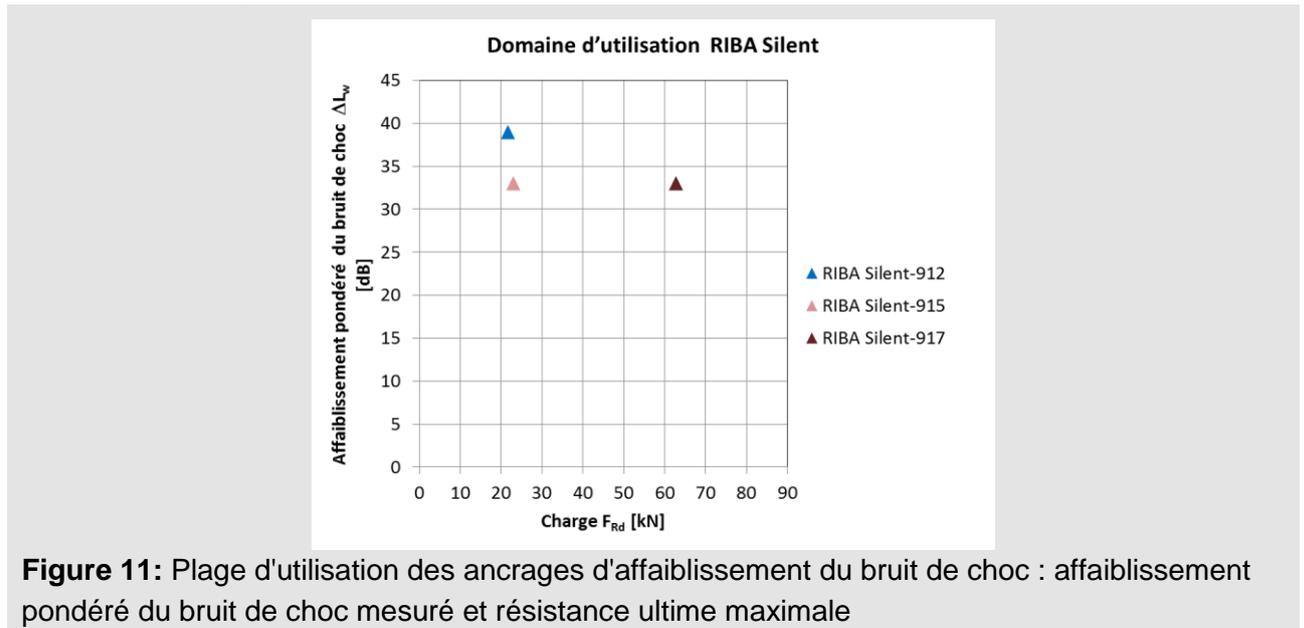


Figure 11: Plage d'utilisation des ancrages d'affaiblissement du bruit de choc : affaiblissement pondéré du bruit de choc mesuré et résistance ultime maximale

Rapports d'essai de l'EMPA:

CRET Silent-945 APG n° 454317

CRET Silent-960, -970 n° 149285/2

CRET Silent-980*, -981* n° 446465

ARBO Silent-700 n° 172809

RIBA Silent-912* n° 446465

Rapports d'essai du Fraunhofer Institut IBP:

CRET Silent-984 P-BA 295/2014

CRET Silent-985 P-BA 9/2014

CRET Silent-986 P-BA 294/2014

CRET Silent-946 APG P-BA 297/2014

CRET Silent-947 APG P-BA 298/2014

RIBA Silent-915 P-BA 12/2014

RIBA Silent-917 P-BA 13/2014

Des extraits des rapports d'essai sont disponibles sur le site Internet www.aschwanden.com.

4 Procédé de mesure de la Hochschule für Technik de Stuttgart

Dans une publication [7], la Hochschule für Technik de Stuttgart a présenté une nouvelle méthode de mesure pour évaluer l'affaiblissement du bruit de choc pour les escaliers massifs isolés. La structure à utiliser pour les mesures présentée dans cette publication est pratiquement identique à celle utilisée par l'EMPA et le Fraunhofer Institut IBP.

Une différence fondamentale tient cependant dans la mesure de référence. Dans les essais de l'EMPA et de l'IBP, une dalle de palier est encastrée dans la maçonnerie pour servir de référence et subit les coups du marteau-pilon standard comme si aucune mesure de protection contre le bruit n'avait été prévue lors du montage effectif (Figure 12).

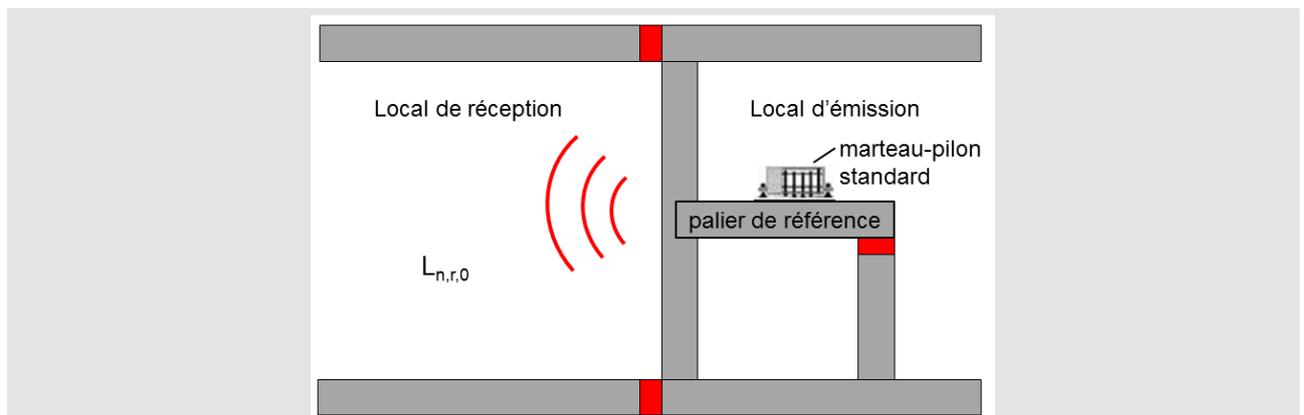


Figure 12: Structure utilisée pour les mesures par l'EMPA et le Fraunhofer Institut IBP pour la mesure de référence

Avec la nouvelle structure à utiliser pour les mesures proposée par la Hochschule für Technik de Stuttgart, il n'y a pas de dalle de palier mise en place pour la mesure de référence, mais le mur subit directement les coups du marteau-pilon (Figure 13).

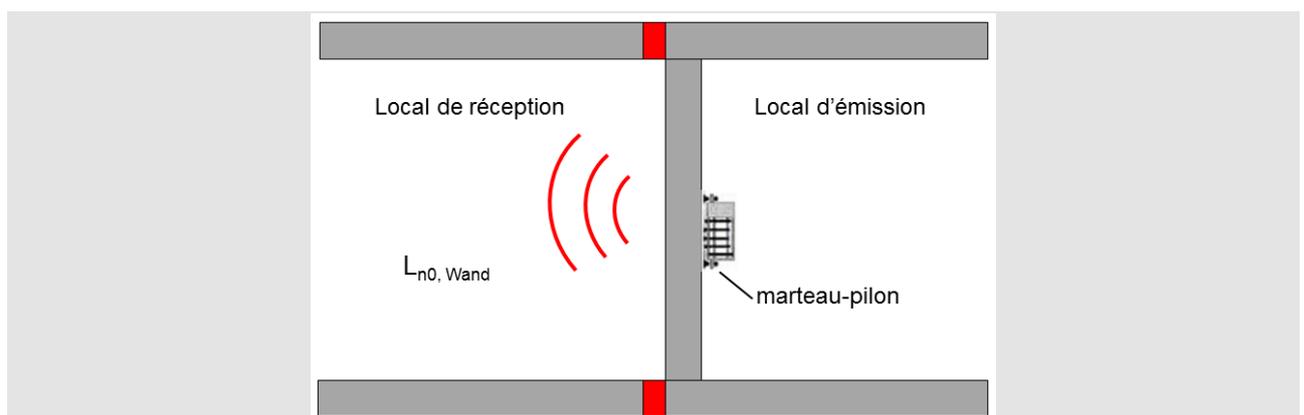


Figure 13: Structure à utiliser pour les mesures proposée par la Hochschule für Technik de Stuttgart pour la mesure de référence [7]

Dans [7], l'affaiblissement pondéré du bruit de choc déterminé grâce à la sollicitation de la dalle de palier est désigné par ΔL^* et l'affaiblissement pondéré du bruit de choc déterminé grâce à la sollicitation du mur par ΔL^{**} .

ΔL^* correspond par conséquent à l'affaiblissement pondéré du bruit de choc ΔL déterminé par les instituts d'essais EMPA et IBP.

Jusqu'à présent les valeurs de mesure publiées montrent que l'affaiblissement pondéré du bruit de choc ΔL^{**} déterminé selon la nouvelle méthode de la Hochschule für Technik de Stuttgart donnent des valeurs chiffrées de 8 à 9 dB plus élevées que lorsque l'affaiblissement pondéré du bruit de choc est déterminé selon la méthode de l'EMPA et du Fraunhofer Institut IBP.

5 Montage des éléments de transmission des forces

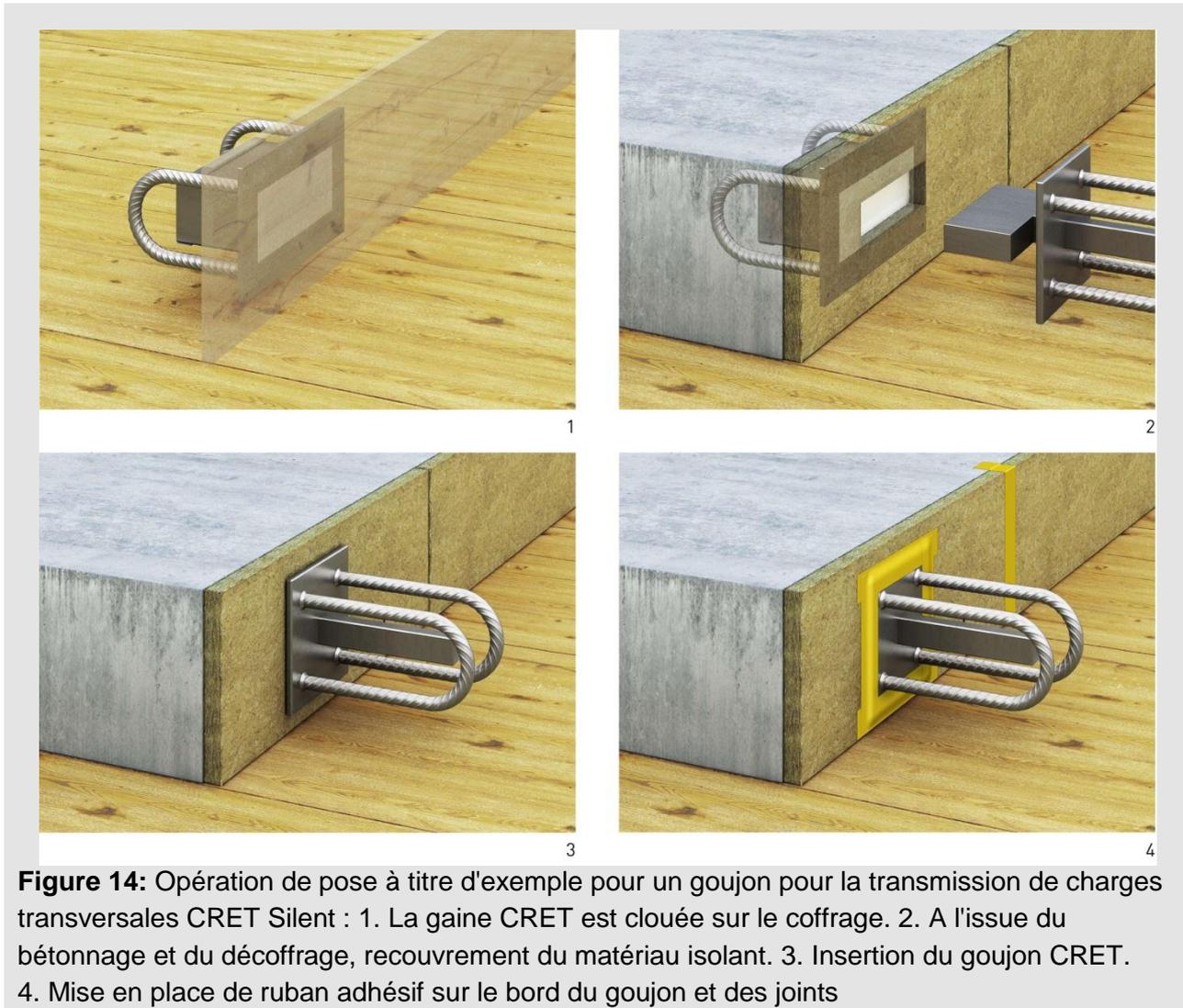
Par rapport aux constructions sur semelle habituelles, les goujons CRET Silent réclament un minimum d'attention lors de la conception et de la réalisation du chantier. Par ailleurs il n'est pas nécessaire d'avoir des doubles colonnes ni des doubles murs. Ceci entraîne un gain supplémentaire précieux concernant la surface utile. Les goujons CRET Silent permettent une séparation simple et efficace sur le plan acoustique des éléments structuraux. Grâce aux goujons CRET Silent, il est possible de concevoir facilement des géométries très simples en matière de configuration des joints lors de l'étude comme de la réalisation.

La pose des goujons pour la transmission de charges transversales CRET Silent sur les chantiers s'effectue en clouant les gaines CRET sur le coffrage (Figure 14). Une fois le béton coulé et le décoffrage réalisé, il faut recouvrir le matériau isolant de laine de roche et insérer ensuite les goujons CRET. Pour cela il est inutile de faire subir un traitement spécial au coffrage ou de le percer. Lors de l'ensemble du montage, il faut s'assurer de ne pas créer de ponts de bruit solidien, sinon l'isolation acoustique pourrait s'en trouver fortement altérée. Pour cela les bords des goujons CRET et les éventuels joints dans le matériau isolant seront recouverts de ruban adhésif.

La mise en place des ancrages RIBA Silent s'effectue en même temps que le clouage des gaines d'ancrage sur le coffrage de la première étape de bétonnage. A l'issue du bétonnage et du décoffrage de la première étape, la barre d'ancrage sera vissée dans la gaine. Il faut une nouvelle fois s'assurer de ne pas créer de ponts de bruit solidien de quelque nature que ce soit.

De manière générale, il convient d'accorder la plus grande attention afin d'éviter les ponts de bruit solidien. Contrairement à ce qui se passe pour d'autres processus physiques, comme par exemple la transmission thermique, même un pont de bruit solidien de très faible dimension peut réduire notablement l'effet des mesures d'affaiblissement du bruit de choc ou même, dans les cas les plus défavorables, les anéantir complètement. Cela tient au fait que, concernant la sollicitation acoustique des éléments structuraux, même une faible quantité d'énergie est suffisante. Pour cela il n'est pas besoin de zones de transmission de grande dimension, il suffit d'un petit pontage fixe.

Pour cette raison, il n'est pas non plus permis d'utiliser des matériaux en mousse rigide (mousse de polystyrène entre autres) pour les joints. Ce sont en effet d'excellents isolants thermiques, mais de piètres isolants contre le bruit solidien. Pour les joints, les matériaux adaptés sont les matériaux souples, comme par exemple la laine minérale.



6 Résumé

Avec les tout nouveaux produits, les goujons pour la transmission de charges transversales CRET Silent-984, -985 et -986, les goujons pour la transmission de charges transversales pour la préfabrication CRET Silent-946 APG et -947 APG ainsi que les ancrages RIBA Silent-915 et -917, l'ancienne série de produits CRET Silent-980, -981, CRET Silent-945 APG et RIBA Silent-912, -914 a pu être complétée avec des éléments d'une résistance ultime notablement plus élevée. L'affaiblissement pondéré du bruit de choc a été déterminé au même niveau ou de manière légèrement inférieure.

Les maîtres d'ouvrage et les aménageurs disposent ainsi d'éléments de transmission des forces qui présentent d'excellentes propriétés en matière de statique du bâtiment et de très bonnes propriétés acoustiques.

Il est ainsi possible de prendre en compte les besoins accrus en matière de calme et de sensation de calme de notre société et les exigences sévères de la norme SIA 181:2006 en matière de protection phonique dans le bâtiment.

En rassemblant des spécialistes issus de l'industrie et de la recherche, la société F.J. Aschwanden SA a réussi à mettre au point un produit innovant à fort potentiel.

7 Références bibliographiques et normes

- [1] SIA 181: Schallschutz im Hochbau. 2006.
- [2] M. Sommerfeld. A simplified measurement method for the determination of impact sound reduction. DAGA 2009.
- [3] C. Fichtel, J. Scheck. Bestimmung der Trittschallminderung von schwimmenden Estrichen am Kleinprüfstand. DAGA. 2012.
- [4] DIN EN ISO 16251-1: Akustik - Labormessung der Trittschallminderung von Deckenauflagen auf kleinflächigen Prüfdeckennachbildungen - Teil 1: Schwere Massivdecke. November 2014.
- [5] E. Taskan, et al. Ansatz für ein Rechenmodell zur Prognose der Trittschallübertragung von entkoppelten Massivtreppen. DAGA 2010.
- [6] J. Scheck, et al. Prognose der Trittschallübertragung von entkoppelten Massivtreppen. DAGA 2012.
- [7] J. Scheck, et al. Schallschutz von entkoppelten Massivtreppen - Teil 1: Prüfverfahren im Labor. Bauphysik 35 (2013), Heft 5, Berlin 2013.
- [8] SN EN ISO 140-8: Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 8: Messung der Trittschallminderung durch eine Deckenauflage auf einer massiven Bezugsdecke in Prüfständen. März 1998.
- [9] DIN EN ISO 717-2: Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 2: Trittschalldämmung. Juni 2013.
- [10] Reihe DIN EN ISO 10140: Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand. Verschiedene Teile ab Dezember 2010.

Remarques concernant le présent document

Les documentations connaissent des modifications permanentes en raison de la mise à jour des normes et de l'évolution
La dernière version en date du présent exposé technique se trouve sur notre site Internet.
Nous renvoyons par ailleurs à nos CG.

10.2015 Copyright © by
F.J. Aschwanden SA CH-3250 Lyss Tél. 032 387 95 95 Fax 032 387 95 99
www.aschwanden.com info@aschwanden.com

Aschwanden

