

Bruit secondaire perturbateur

par des grues dans la production



PRODUCTION. BUREAU

LA SITUATION INITIALE

Lors de la construction d'un nouveau bâtiment de production et de bureaux en Suisse, quatre ponts roulants ont été réalisés. Le bâtiment a été conçu et construit majoritairement à partir d'éléments préfabriqués en béton. Ainsi, la structure du plafond est un plafond préfabriqué mixte béton-acier et les murs (cloison de séparation) sont des éléments préfabriqués en béton armé. Avec leurs deux étages, les bureaux sont directement intégrés dans le bâtiment de production et représentent environ un quart de la surface totale au sol. L'aile des bureaux intègre en outre une salle de formation où ont lieu des formations internes et externes

Ce bâtiment n'est utilisé que par une seule entreprise - il ne s'agit donc pas d'une utilisation mixte où d'autres parties auraient dû être protégées du bruit. Toutefois, dans les directives relatives à l'art.22 (bruit et vibrations) de l'ordonnance 3 de la loi sur le travail, le SECO écrit que le niveau d'exposition au bruit LEX en dB(A) doit être compris entre 40 et 50 dB(A) dans les bureaux et 40 dB(A) dans les salles de cours.

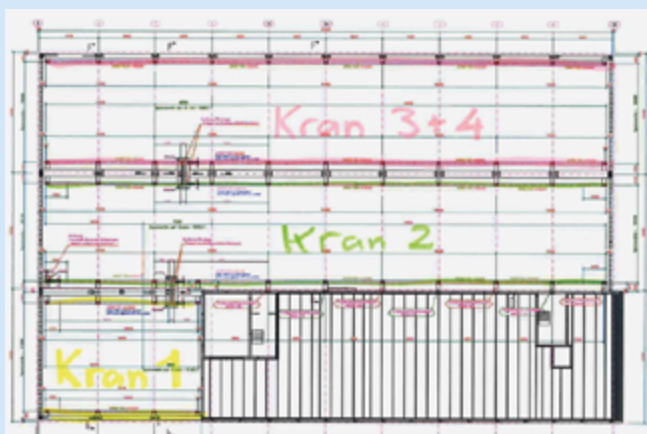
Le bâtiment a été occupé fin 2019, et depuis lors, plusieurs plaintes ont été déposées par des employés auprès de la direction de l'entreprise concernant les nuisances sonores gênantes causées par le fonctionnement des grues. Il semble que des énergies perturbatrices provenant du fonctionnement des voies de roulement des grues soient introduites dans les bureaux des 1er et 2e étages, où elles sont perçues comme des immissions sonores aériennes gênantes (bruit aérien secondaire). Cette étude de cas en montre les causes, détermine si un stockage des voies de roulement aurait été nécessaire dès le début et formule des recommandations pour l'avenir



DESCRIPTION DE LA TÂCHE

L'approche en plusieurs étapes de HBT-ISOL AG doit permettre d'obtenir une vue d'ensemble à l'aide des étapes suivantes et de déterminer finalement si un stockage des voies de roulement de grue est nécessaire:

- Saisie des caractéristiques pertinentes de la construction et de l'installation.
- Analyse des problèmes en cours d'exploitation
- Évaluation de la situation
- Mesure vibratoire des fréquences propres du plafond
- Evaluation des mesures
- Recommandation de mesures concrètes



PROCÉDURE DE MESURE

Les mesures ont été effectuées presque sans exception avec la grue n° 2. Avec celle-ci, d'une part, le transport de charges est très simple (zone de circulation principalement) et d'autre part, elle est directement adjacente aux bureaux.

Avant les mesures, la perception subjective du bruit dans les bureaux a été évaluée avec le maître d'ouvrage. Il est apparu clairement que le déplacement du chariot ainsi que l'actionnement du mécanisme de levage sont à peine audibles et que l'on peut donc partir du principe que ces éléments de la grue ne provoquent pas de perturbations. Pour cette raison, aucune mesure n'a été effectuée avec le chariot ou le mécanisme de levage. En revanche, le déplacement du pont a pu être clairement perçu et attribué. En résumé, les mesures de vibrations et de niveau sonore aérien suivantes ont été effectuées

- Mesures du niveau de bruit aérien dans les bureaux des 1er et 2e étages
- Mesures des vibrations sur le plafond au-dessus du rez-de-chaussée et sur les murs du 1er et du 2e étage
- Mesures des vibrations au point de suspension du chemin de roulement

MESURES DU NIVEAU DE BRUIT AÉRIEN

Le niveau de bruit aérien a été mesuré pendant 30 secondes pendant le déplacement du pont roulant (installation de grue 2) dans la salle de formation du 1er étage ainsi que dans la salle de réunion du 2e étage. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous :

État de fonctionnement Vitesse	Lieu de mesure	Niveau de bruit aérien avec pondération A	Niveau de bruit aérien avec pondération C	Différence dB(A) par rapport à dB(C)
1/1 Conduite, sans charge	Salle de formation 1er étage	$L_{eq} = 50.1 \text{ dB(A)}$	$L_{eq} = 64.6 \text{ dB(C)}$	14.5 dB
1/2 Conduite, sans charge		$L_{eq} = 48.4 \text{ dB(A)}$	$L_{eq} = 63.3 \text{ dB(C)}$	14.9 dB
1/1 Conduite, charge de 1,5 t		$L_{eq} = 50.5 \text{ dB(A)}$	$L_{eq} = 66.1 \text{ dB(C)}$	15.6 dB
1/1 Conduite, sans charge	Salle de réunion 2ème étage	$L_{eq} = 49.2 \text{ dB(A)}$	$L_{eq} = 62.1 \text{ dB(C)}$	12.9 dB
1/2 Conduite, sans charge		$L_{eq} = 44.4 \text{ dB(A)}$	$L_{eq} = 57.8 \text{ dB(C)}$	13.2 dB
1/1 Conduite, charge de 1,5 t		$L_{eq} = 51.2 \text{ dB(A)}$	$L_{eq} = 63.6 \text{ dB(C)}$	12.4 dB

Niveau de pression acoustique dans la salle de formation ou la salle de réunion dans différents états de fonctionnement. Grue 2 comme source d'excitation. Remarque : les résultats de mesure sont déterminés avec une position de mesure et une mesure à la fois.



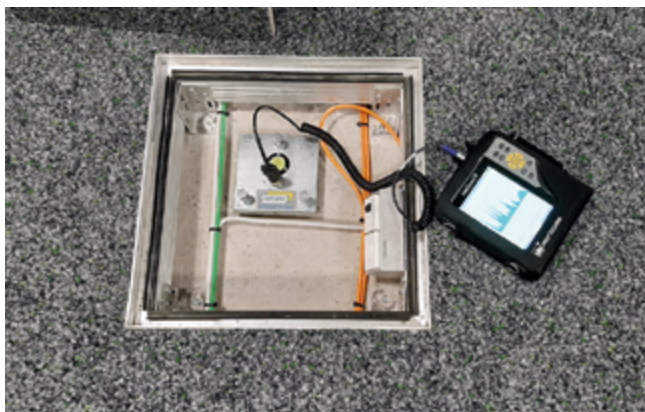
Position du microphone dans la salle de formation au 1er étage - en arrière-plan, la fenêtre avec vue sur le hall de production



Salle de formation au 1er étage - mur „gauche” contre hall de production

MESURE DES VIBRATIONS AU PLAFOND ET SUR LES MURS

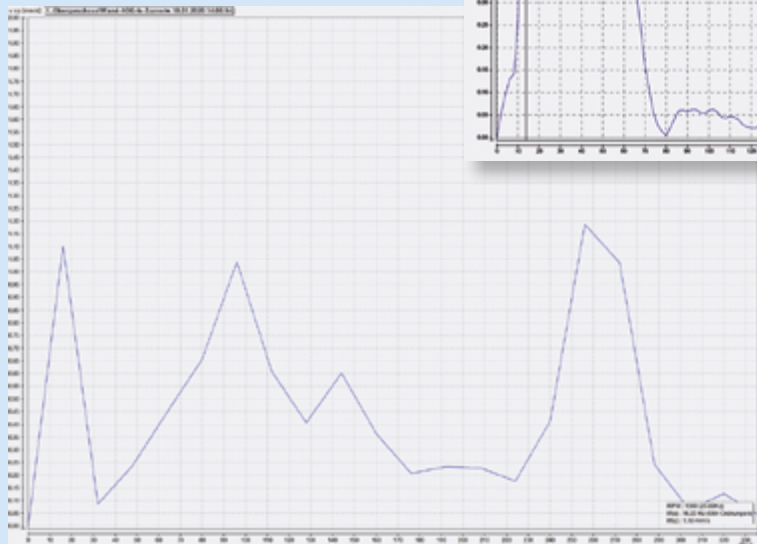
La fréquence propre du plafond est de 14 Hz, ce qui est plausible pour ce type de construction et de structure de bâtiment.



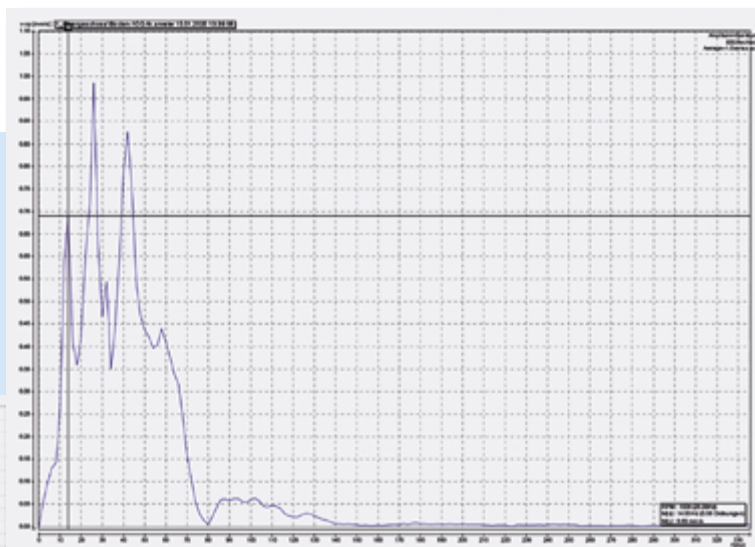
Mesures des vibrations dans l'ouverture du sol à l'aide d'une plaque de masse

En se basant sur les échantillons sonores subjectifs et sur la construction des murs en éléments, on a essayé de déterminer les fréquences propres des murs. Pour ce faire, la plaque d'acier contenant l'accéléromètre a été pressée manuellement contre le mur et excitée (pour des raisons évidentes, on a renoncé à une fixation mécanique de l'accéléromètre).

La fréquence propre de la paroi est probablement de 16 Hz, ce qui est toutefois entaché d'une grande incertitude de mesure en raison des conditions de mesure.



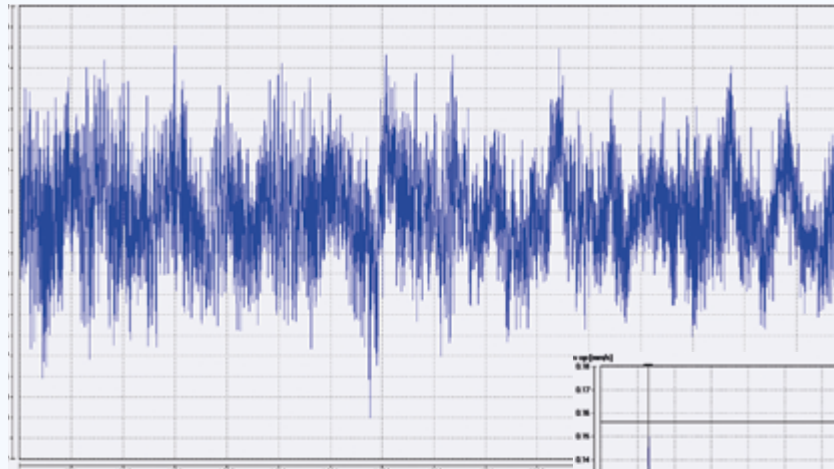
Mesure des vibrations de la fréquence propre du mur au 1er étage, premier pic à 16 Hz, autres à 95 Hz, 145 Hz et 256 Hz



Mesure des fréquences propres du plafond au 1er étage - pics à 14 Hz, 26 Hz et 42 Hz

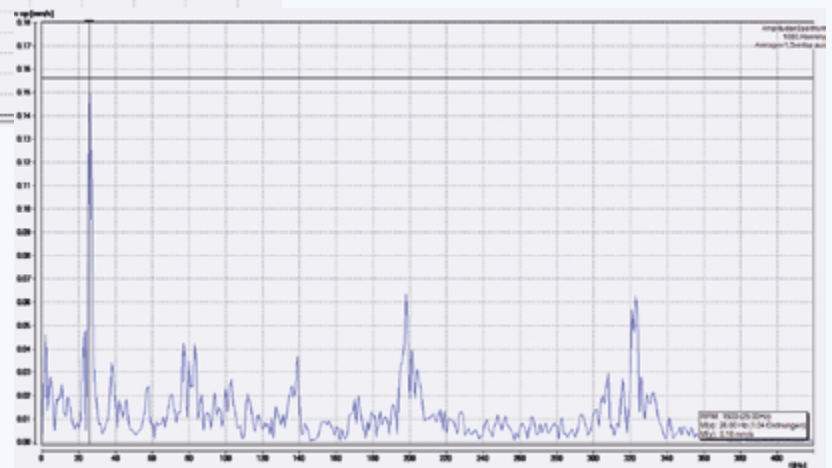
MESURE DES VIBRATIONS DU CHEMIN DE ROULEMENT

Les vibrations du plafond lors d'un déplacement de grue ont été déterminées à différentes vitesses et poids dans l'ouverture du sol au 1er étage sur le mur ainsi que sur la voie de roulement de la grue.



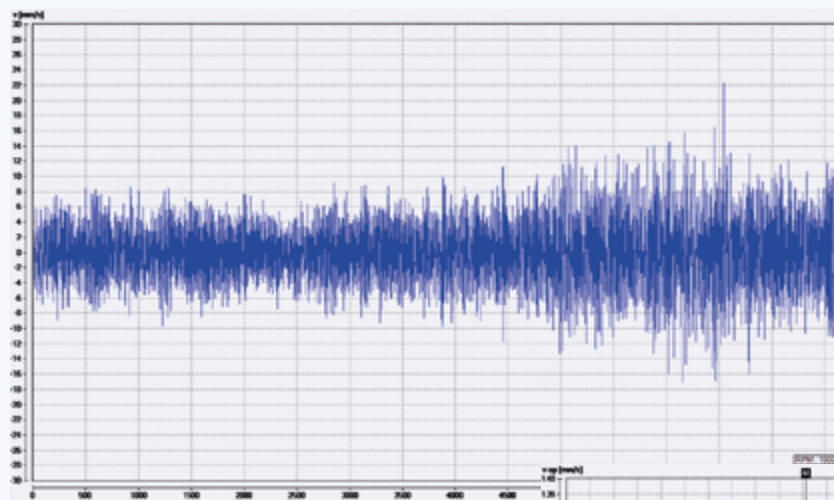
Signal horaire du plafond au-dessus du rez-de-chaussée

en cas de déplacement de la grue à la vitesse maximale, sans charge (déplacement à vide), durée de mesure 8 s, les vitesses maximales au plafond sont d'environ 0,8 mm/s



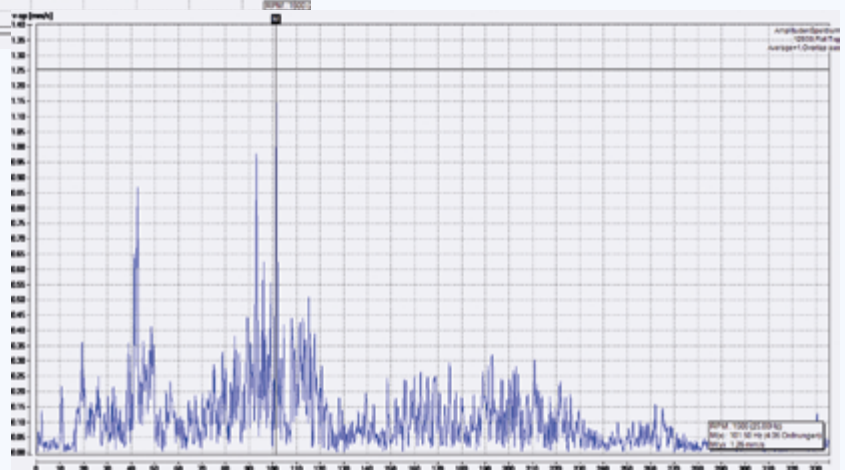
Spectre d'amplitude à partir du signal temporel

du plafond au-dessus du rez-de-chaussée lors du déplacement de la grue à la vitesse maximale, sans charge (déplacement à vide) ; le pic à 26 Hz est dominant. Il ressort de la mesure de la fréquence propre du plafond que les fréquences von.



Signal horaire sur la poutre du pont roulant

(canal A) lors du déplacement de la grue à vitesse maximale et sans charge (déplacement à vide), durée de mesure 8 s, les vitesses maximales sur la poutre sont d'environ 16,0 mm/s



Spectre d'amplitude tiré du signal temporel

de la poutre du pont roulant lors du déplacement du pont roulant à vitesse maximale, sans charge (déplacement à vide) ; le pic le plus important se situe à 102 Hz. L'excitation sur la poutre du pont roulant se situe principalement dans la plage de fréquences de 10 à 240 Hz environ.

RÉSULTATS

On y a notamment mesuré ce que l'on appelle le niveau sonore continu équivalent Leq. La pondération A est censée reproduire la capacité auditive humaine, qui diminue à des fréquences plus basses. La pondération C ne corrige que marginalement le niveau de pression acoustique.

Le niveau pondéré A $L_{A,eq}$ est proche de 50 dB(A). Ceci est considéré comme relativement bruyant, il est donc compréhensible que cela soit contesté. En outre, le niveau sonore continu équivalent a été évalué avec une pondération C. La différence entre les deux niveaux évalués est intéressante. La différence de 12 à 15 dB permet de conclure qu'il existe certes une grande part de bruits parasites de basse fréquence, mais qu'il ne s'agit pas d'un problème exclusivement lié aux basses fréquences (sinon, la différence devrait être supérieure à 20 dB).

Il ressort également des mesures du bruit aérien que la réduction de la vitesse de déplacement de la grue de pont ne diminue que faiblement le niveau de bruit aérien. Par conséquent, une telle restriction d'exploitation ne serait pas proportionnelle.

Les mesures de niveau montrent également que la charge sur la grue n'a pas d'influence déterminante sur le niveau de bruit aérien.

Les fréquences propres du plafond se situent autour de 14 Hz. Il s'ensuit qu'un éventuel support élastique de la voie de roulement de la grue devrait avoir une fréquence d'accord de ≤ 5 Hz ou que la fréquence d'accord ne devrait si possible pas dépasser 10 Hz dans les différents cas de charge. Mais comme, lors de la mesure des vibrations du plafond au-dessus de la CE, le pic dominant se situe à 26 Hz (aussi bien à vide que lors du déplacement avec une charge de 1,5 t), la fréquence propre du plafond d'environ 14 Hz ne se reproduit pas, on peut supposer qu'il ne s'agit pas d'un problème de résonance, mais d'un problème de bruit solidien à large bande.

L'évaluation de la mesure des vibrations sur le support de la voie de roulement montre des vitesses relativement élevées dans le signal temporel, allant jusqu'à 20 mm/s. Le spectre d'amplitude correspondant présente certes des pics à environ 45 Hz, 92 Hz et 102 Hz, mais il faut finalement partir du principe que l'excitation se situe sur une large bande, entre 10 et environ 240 Hz.

CONCLUSION

Les niveaux de bruit aérien mesurés dans les bureaux, proches de 50 dB(A), donnent lieu à des réclamations compréhensibles, car ils sont bien audibles et nettement supérieurs à un niveau de bruit de bureau habituel.

Les mesures de vibrations montrent qu'il existe une perturbation à large bande. Les mesures effectuées sur le plafond au-dessus du rez-de-chaussée et sur l'élément mural montrent également une excitation à large bande. On peut donc partir du principe qu'il s'agit d'un problème classique de bruit solidien et qu'il n'existe pas de problème dit de résonance - où une fréquence d'excitation dominante „rencontre” une fréquence propre d'un élément de construction.

La fréquence propre du plafond et des éléments muraux devrait être supérieure à 14 Hz. Dans le cas d'une sus-

pension élastique du chemin de roulement, il faudrait en tenir compte.

Idéalement, le niveau de pression acoustique devrait être réduit de 10 à 15 dB(A) par des mesures prises dans les bureaux, ce qui correspondrait à un niveau de bruit aérien de 35 à 40 dB(A). Ainsi, les grues seraient toujours audibles, mais cela ne devrait plus être gênant dans les bureaux au quotidien (par exemple, l'entreprise Roche à Bâle exige un niveau sonore de base d'au moins 40 dB(A) pour les bureaux paysagers nouvellement planifiés)*.

Même si aucune norme SIA ne prescrit le découplage des chemins de roulement de grues dans les propres entreprises, il est recommandé de le faire pour les raisons mentionnées ci-dessus.

* Source: exposé présenté lors de la réunion de la SGA de novembre 2019.



Galets de roulement du pont ainsi que surface de roulement du support de la voie de roulement du pont présentant des salissures et une légère corrosion.



Surface de roulement du support de voie de roulement de grue présentant des salissures et une légère corrosion.

MESURE SUR LES GALETS DE ROULEMENT

Plusieurs „vis de réglage” contribuent à réduire le niveau de bruit aérien dans les bureaux de 10 à 15 dB(A).

Le passage des galets en acier sur les poutres du pont roulant entraîne un frottement et donc une faible corrosion. Associé à l'encrassement normal, cela entraîne un „roulement” irrégulier et génère ainsi des excitati-

ons sonores solidiennes plus élevées.

Il convient ici d'examiner si d'autres rouleaux ou un nettoyage automatique des surfaces de roulement sont possibles. Dans la mesure du possible, il faudrait toujours renoncer aux galets en acier en cas d'utilisation mixte.

SUPPORT ÉLASTIQUE DES POUTRES DU CHEMIN DE ROULEMENT

Les seules mesures qui réduisent avec certitude le niveau de pression acoustique de 10 à 15 dB(A) sont les supports élastiques des poutres du chemin de roulement. Si l'on y pense dès la phase de planification, une telle mesure peut être mise en œuvre de manière rentable. **Deux méthodes sont envisageables:**

Variante 1

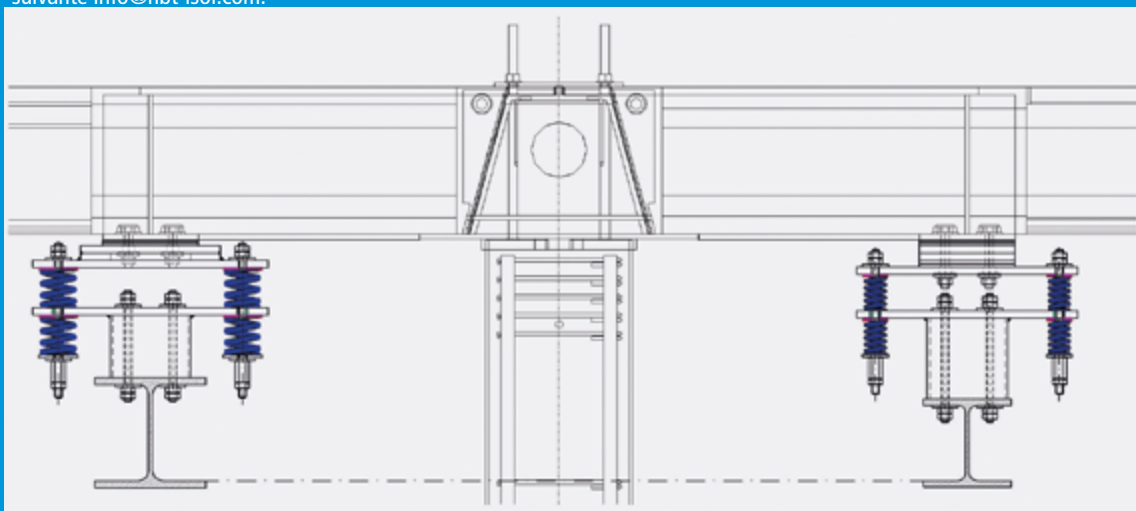
Dans les nouvelles suspensions à concevoir, les poutres du chemin de roulement doivent être séparées élastiquement des suspensions en acier au moyen de plaques de mousse de polyuréthane de type ISOLMER®/ ISOLDYN®. Ce découplage élastique peut atteindre, de manière optimale, une fréquence propre d'environ 10 Hz.

Variante 2

Séparation élastique entre la poutre du pont roulant et la suspension en acier au moyen d'éléments élastiques en acier de type ISOFEED®.

Le découplage élastique peut atteindre à l'optimum une fréquence propre de < 8 Hz. La solution proposée est représentée sur la figure ci-dessous. L'avantage de cette variante par rapport à la variante 1 est qu'une fréquence propre plus basse de l'appui peut être atteinte dans la „zone cible de la charge” et qu'un meilleur découplage a ainsi lieu.

Faites dimensionner votre chemin de roulement directement par notre service d'ingénierie et contactez-nous à l'adresse suivante info@hbt-isol.com.



Le savoir-faire pour votre projet

Les solutions innovantes de protection acoustique d'HB-T-ISOL protègent les bâtiments, leurs utilisateurs et leurs habitants contre les bruits intérieurs et extérieurs et les vibrations:

- la protection des personnes et des bâtiments contre les énergies perturbatrices provenant du trafic ferroviaire
- une réduction importante des bruits solidiens dans les bâtiments à utilisation mixte, comme par exemple habitation et centre commercial, activités artisanales et bureaux, salles de sport et salles de classe
- l'isolation contre les bruits d'impact dans les cages d'escalier, les coursives et sur les balcons
- l'absorption des vibrations et des bruits solidiens provenant des installations techniques des bâtiments
- l'isolation contre les bruits solidiens et prévention des fissurations entre murs et dalles, produits de fixation et de sécurité à isolation phonique
- des mesures de protection contre les vibrations dues aux machines

Des produits de première qualité, une longue expérience et un accompagnement personnalisé de la conception jusqu'au stade terminal garantissent aux propriétaires, aux constructeurs, aux projecteurs et aux entreprises les meilleurs résultats aussi bien économiquement que techniquement.



HB-T-ISOL AG
Im Stetterfeld 3
CH-5608 Stetten
T +41 56 648 41 11
info@hbt-isol.com
hbt-isol.com

HB-T-ISOL SA
Rue Galilée 6 (CEI 3)
CH-1400 Yverdon-les-Bains
T +41 24 425 20 46
yverdon@hbt-isol.com
hbt-isol.com

HB-T-ISOL GmbH
Friedrichstrasse 95
DE-10117 Berlin
T +49 30 9789 4707
info@hbt-isol.com
hbt-isol.com

