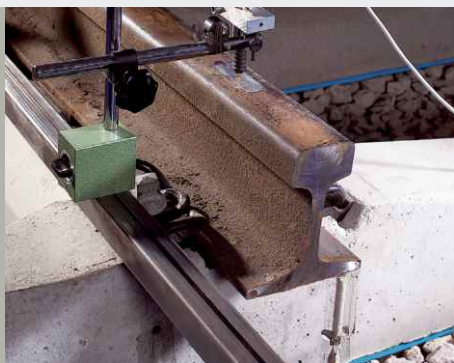


Semelles sous traverses pour voies ballastées



1 | Semelles sous traverses Getzner





La solution élastique pour voie et aiguillage ballastés



Les contraintes d'exploitation et les vitesses croissantes du trafic ferroviaire moderne placent les responsables des chemins de fer du monde entier devant de nouveaux défis techniques, mais également économiques.

Les semelles sous traverses offrent une possibilité de répondre à ces défis : elles préservent la superstructure, améliorent la géométrie de la voie et réduisent les vibrations parasites, aussi bien dans la voie que dans l'aiguillage.

Les semelles sous traverses offrent les avantages suivants :

- Réduction des coûts de maintenance
- Prolongation de la durée de vie du rail
- Réduction des vibrations parasites

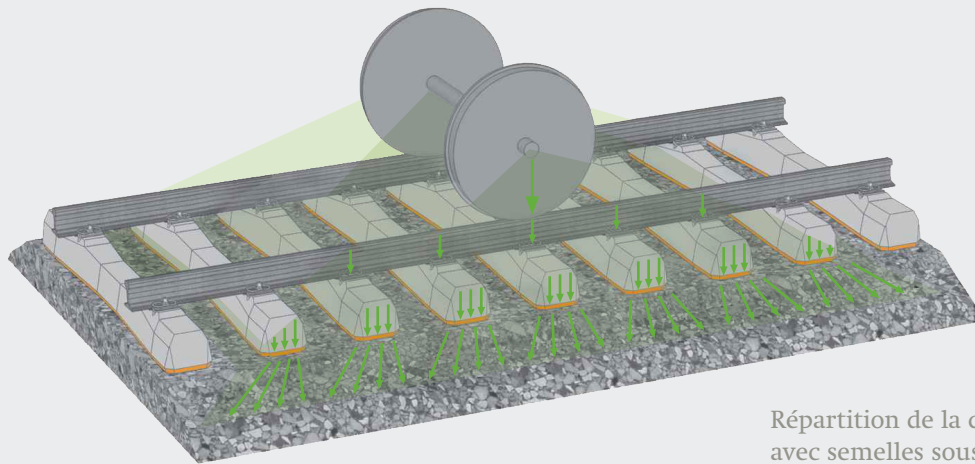
Les semelles sous traverses donnent aux exploitants la possibilité de réduire de manière significative les coûts annuels d'entretien des voies et des aiguillages.

Les semelles élastiques sous traverses de Getzner représentent une évolution des superstructures classiques de voies ferrées. Les produits sont mis en place directement sous la traverse de voie et augmentent l'élasticité verticale dans la superstructure. Les semelles sous traverses permettent de répartir uniformément la charge des véhicules sur rails via leurs composants élastiques. Ainsi, les semelles sous traverses avec propriétés élastiques réduisent de manière significative l'usure des voies.

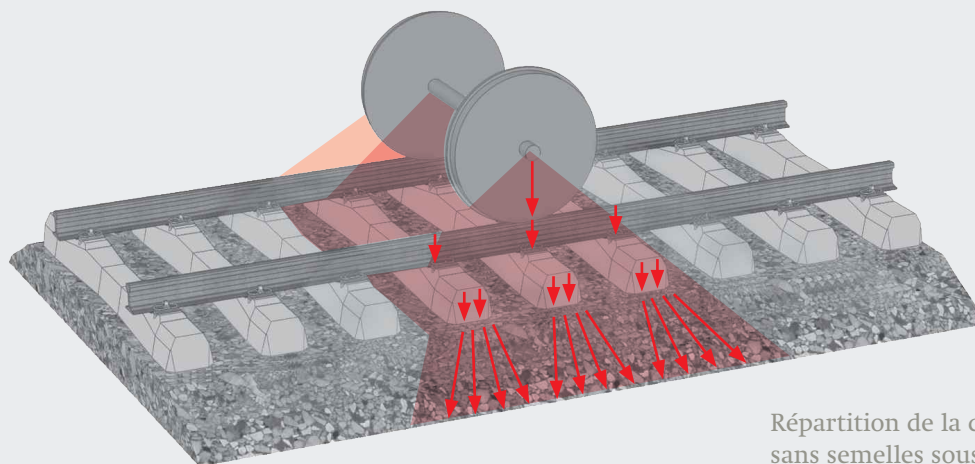
En terme d'isolation antivibratoire, les semelles sous traverses hautement élastiques peuvent également constituer une alternative économique au tapis sous ballast.

Getzner fabrique des semelles sous traverses depuis 1990. Elles sont actuellement mises en œuvre avec succès dans le monde entier sur tous les types de voies, du réseau à grande vitesse jusqu'au réseau régional.

2 | Principe de fonctionnement



Répartition de la charge
avec semelles sous traverses



Répartition de la charge
sans semelles sous traverses



Traverses avec semelles

Les voies ballastées représentent la forme de superstructure la plus fréquente dans le monde. Le ballast, maillon le plus faible du système, est soumis à un transfert dynamique latent. Une contrainte permanente (compression du ballast) entraîne son abrasion et sa fragmentation. Ces effets réduisent la qualité de la voie dont la section doit être plus entretenue.

La mise en place ciblée de semelles sous traverses ralentit ce processus grâce aux actions suivantes :

Répartition des charges par essieu sur un plus grand nombre de traverses

Les propriétés élastiques des semelles sous traverses prolongent la ligne de flexion des rails. La charge représentée par le train se répartit sur un plus grand nombre de traverses et donc sur une surface plus importante. Cette compression médiane réduit la charge sur le ballast.

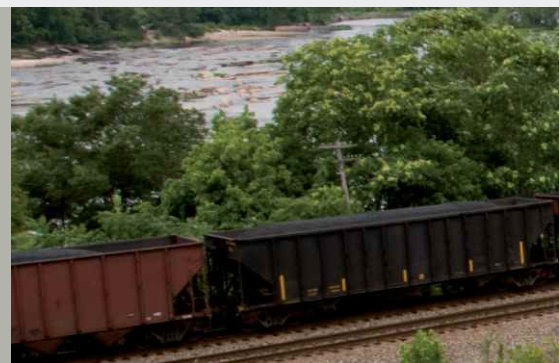
Augmentation de la surface de contact entre la traverse et le ballast

Les propriétés spécifiques des matériaux polyuréthanes de Getzner conduisent à une intégration parfaite du ballast dans la surface de la semelle sous traverses. Elles stabilisent le niveau supérieur du ballast. On obtient ainsi une augmentation de la surface de contact entre la traverse et le ballast, d'environ 8 % (sans semelle) jusqu'à 35 % (avec semelle).

Réduction des forces dynamiques et des vibrations dans le ballast

Les semelles sous traverses de Getzner réduisent la charge dynamique directe sur le ballast. Elles réduisent le déplacement du ballast ainsi que l'affaissement de la voie.

3 Domaines d'application



Amélioration du comportement à long terme de la voie ballastée

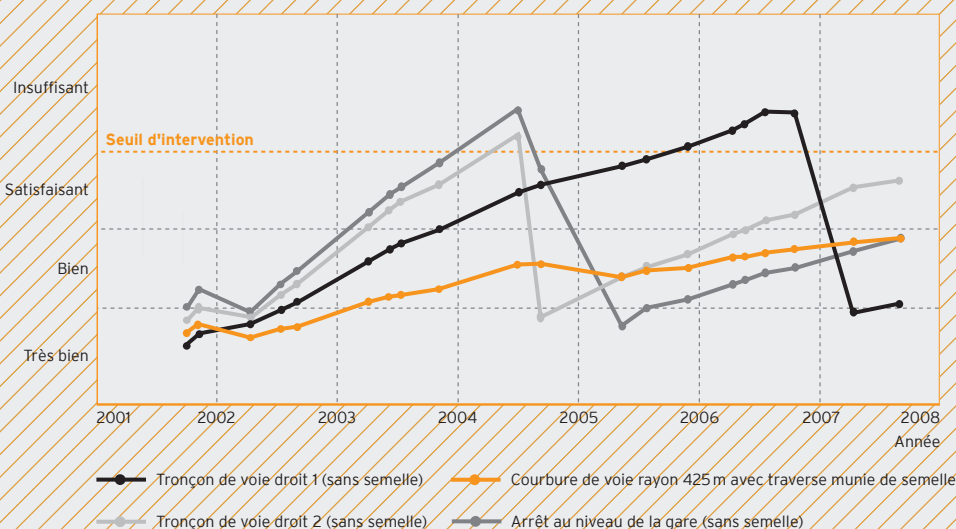
L'utilisation ciblée de semelles sous traverses Getzner entraîne une charge moindre sur le ballast. Sa fragmentation et son abrasion sont ainsi réduites.

Grâce aux propriétés plastiques de la semelle, le ballast se tasse de manière optimale. Les déplacements de ballast sont ainsi moins importants. Cette méthode préserve le lit du ballast et ralentit notablement l'affaissement de la voie. Les expériences des dernières années montrent que cette

manière de procéder a diminué d'au moins 50 % les travaux de rembourrages de ballast. Aux endroits soumis à de fortes contraintes (par exemple les aiguillages, les ouvrages d'art ou les tracés avec de faibles rayons de courbure) l'effet positif d'une semelle sous traverses est rapidement visible.

Sur les voies devant supporter des charges allant jusqu'à 37 tonnes par essieu, les avantages des traverses avec semelles sont particulièrement saisissants.

Qualité des voies



Modification de la qualité des voies sur un tronçon test en Autriche depuis 2001.

Les améliorations de la qualité des voies dans les tronçons de voie 1 et 2 ainsi qu'au niveau de la gare ont été obtenus grâce à des travaux de bourrages. Aucun bourrage pour la section avec semelle.



Protection contre les vibrations et réduction du bruit aérien secondaire

Les semelles hautement élastiques représentent une mesure à la fois simple et économique par rapport aux tapis sous ballast pour la réduction des vibrations sur les lignes ferroviaires. Elles possèdent en outre toutes les propriétés positives d'une semelle élastoplastique.

En fonction de la déflexion maximale admise des rails, les traverses avec semelles atteignent une isolation par insertion de l'ordre de 10 dB(v) à 15 dB(v) (à 63 Hz). Jusqu'à maintenant,

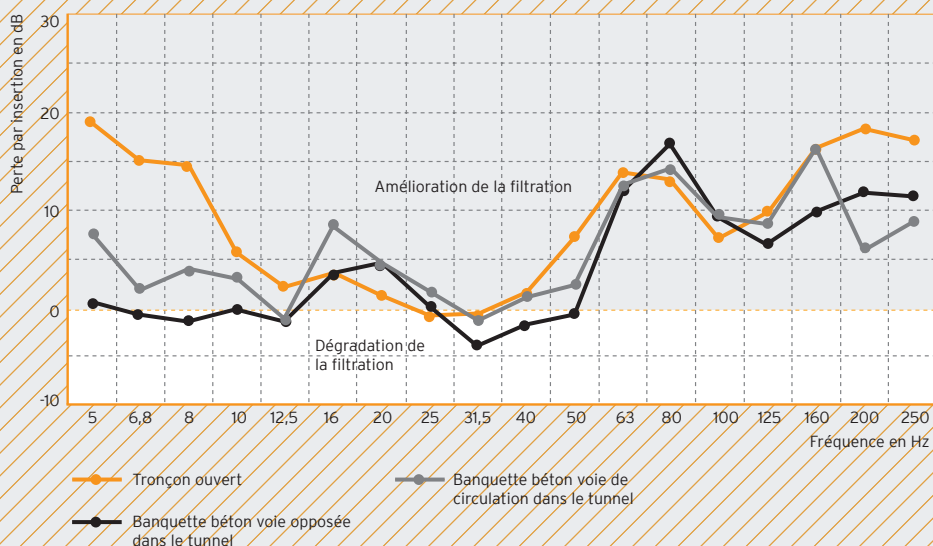
aucune modification significative du bruit aérien directement émis n'a été constatée.

Le bruit aérien secondaire est provoqué par le rayonnement acoustique d'un ouvrage et pouvant être mis en vibration, par exemple, par le passage d'un train.

Cela concerne plus particulièrement les constructions métalliques telles que les ponts en acier et les viaducs. De par leurs bonnes propriétés antivibratoires,

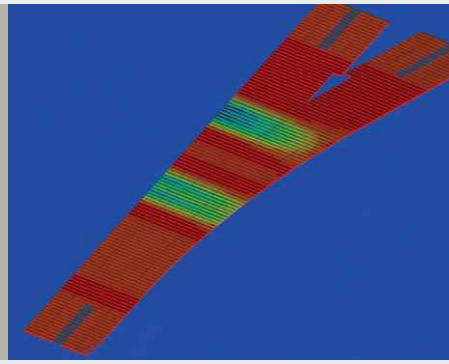
les semelles élastiques sous traverses sont une solution efficace afin de réduire le bruit aérien secondaire.

Efficacité des semelles sous traverses



Les vibrations sont amoindries dans la plage de fréquence concernée, réduisant ainsi les émissions dans l'environnement immédiat.

Source : Köstli K. ; Schwellenbeschlagn zur Reduktion von Körperschall-Immissionen ; S 10 ; Tagungsunterlagen, 10. Symposium Bauwerkodynamik und Erschütterungsmessungen, Ziegler Consultants 2007.



Réduction de l'usure ondulatoire

L'usure ondulatoire est générée par les inégalités périodiques à la surface du rail.

Des analyses portant sur plusieurs années ont montré que les semelles sous traverses freinaient de manière significative le développement de tels dommages sur les voies. Il faut noter que cette réduction est particulièrement sensible dans les courbures de voies serrées.

Élasticité adaptée pour aiguillage avec semelle

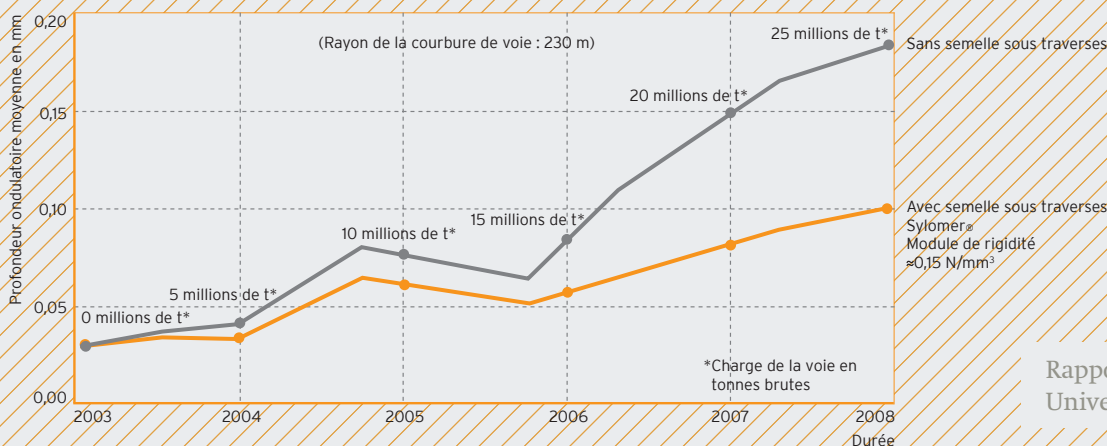
Les raideurs de la superstructure varient au sein d'un aiguillage. Plusieurs raisons à cela : les différentes longueurs de traverse et les composants agissant sur la raideur tels que les croisements, contre-rails ou pattes de lièvre.

Les différentes raideurs de superstructure entraînent une charge dynamique lors du passage des trains. Ceci provoque une usure rapide des voies avec une augmentation des coûts d'entretien et une baisse du confort. Par ailleurs, les vibrations se trans-

mettent par le sol aux constructions avoisinantes.

Getzner propose une combinaison de différentes semelles sous traverses (raideurs), spécialement pour les aiguillages. Elles homogénéisent la répartition de la charge dans la superstructure. Les différences d'écrasement sont minimisées, l'aiguillage est ainsi équilibré. Il en résulte une répartition uniforme de la charge, préservant le ballast.

Évolution dans le temps de l'usure ondulatoire dans les courbures de voies



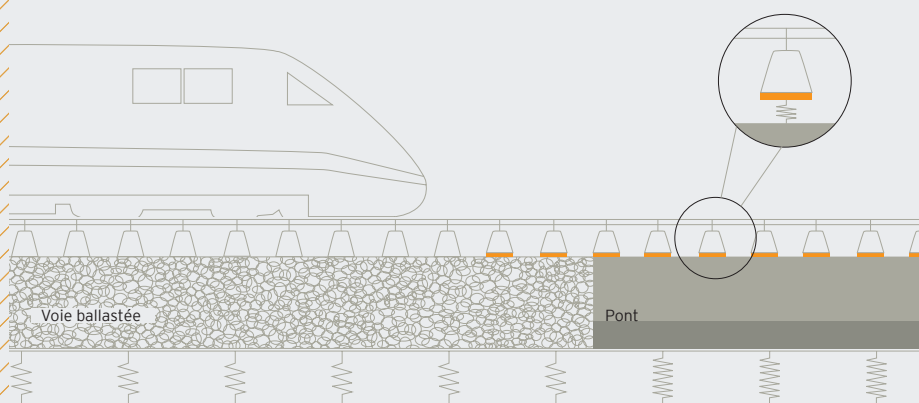
Rapport final Hieflau,
Université Innsbruck 2001



Les semelles sous traverses Getzner contribuent également dans ces zones à allonger les intervalles entre les travaux de bourrage et d'entretien. Un confort accru et des coûts de cycle de vie réduits font des semelles sous traverses Getzner une solution appréciée des responsables de chemins de fer.

- Équilibrage des écrasements lors des passages de trains
- Augmentation du confort
- Préservation du ballast
- Réduction des vibrations parasites
- Réduction des coûts de cycle de vie (LCC)

Nous avons développé en interne un modèle informatique qui nous permet de simuler l'écrasement aux passages des trains et de l'optimiser par une utilisation ciblée des semelles Getzner.



Adaptation de la raideur des voies dans les zones de transition

Les semelles sous traverses participent à la réduction des sauts de raideurs et d'écrasement et permettent d'éviter la formation de cavités sous traverse. Celles-ci apparaissent surtout aux transitions lorsque des superstructures de raideurs différentes se rencontrent. Les semelles sous traverses participent à des passages de trains plus homogènes et également à la préservation des composants de la superstructure.

4 | La mise en place de semelles sous traverses est rentable

Observation des coûts du cycle de vie (LCC) avec les semelles sous traverses

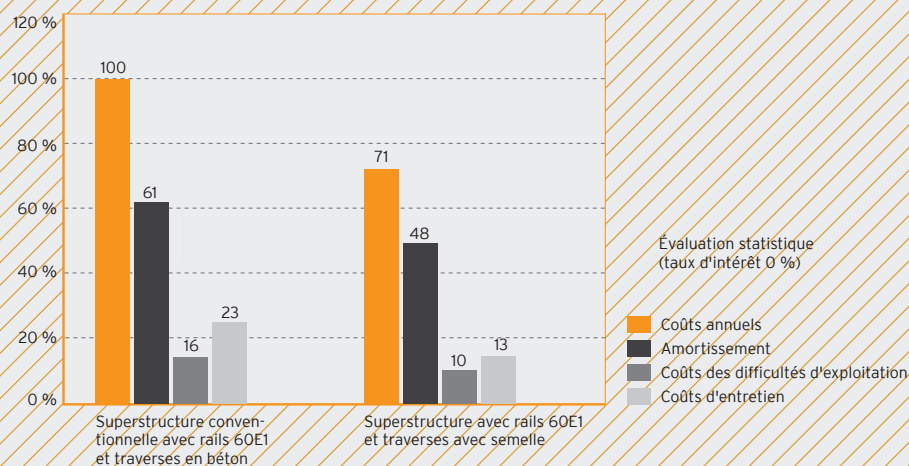
Depuis plusieurs années, des contrôles systématiques permettent d'analyser de quelle manière l'utilisation de semelles sous traverses modifie la qualité des voies. Les résultats obtenus sont pris en compte en permanence dans leur développement.

C'est ainsi que l'on a pu observer que l'utilisation de semelles sous traverses permettait de prolonger l'intervalle entre les travaux de bourrage d'un facteur 2 à 2,5. Si l'on considère que le cycle de bourrage est

un indicateur pour la durée d'utilisation possible d'une voie, des périodes plus longues entre les travaux de bourrage entraînent une prolongation significative de la durée de vie de l'ensemble de la section de voie.

Si l'on inclut par ailleurs les coûts relatifs aux difficultés d'exploitation qui interviennent lors des fermetures de voies pour les travaux d'entretien, les semelles sous traverses représentent un investissement particulièrement rentable, surtout sur les voies à fort trafic.

Composition des coûts annuels normalisés (voies à fort trafic)



5 | Expérience acquise avec les semelles sous traverses



Preuves pratiques

La quasi totalité des sociétés de chemins de fer européennes utilisent depuis plus de 20 ans avec succès les semelles sous traverses de Getzner.

Les semelles sous traverses trouvent leur application dans la protection contre les vibrations, assurent l'élasticité des ponts et zones de transition, améliorent la qualité des voies et en réduisent les coûts d'entretien.

Les semelles sous traverses de Getzner possèdent des propriétés de durabilité

exceptionnelles. Les traverses équipées de semelles Getzner et déjà installées le prouvent. Ainsi, les mesures effectuées sur les tronçons de voie avec semelles confirment l'exceptionnelle qualité des semelles sous traverses.

Afin de garantir la durée de vie d'une traverse, la longévité de tous les types est vérifiée conformément à la norme BN 918 145-1. Ces tests sont réalisés auprès d'un organisme de contrôle certifié (p. ex. TU Munich) ou bien exécutés en interne sur le banc d'essai Getzner.



Banc d'essai Getzner



Semelle Getzner SLB 2210G après 190 millions de tonnes de charge. Les déformations plastiques dans le matériau empêchent le déplacement de la couche supérieure de ballast. Aucune fissure ou perforation visible de la semelle.

6 | Gamme de produits - une semelle Getzner adaptée pour chaque utilisation



Semelles sous traverses Getzner, une vaste gamme

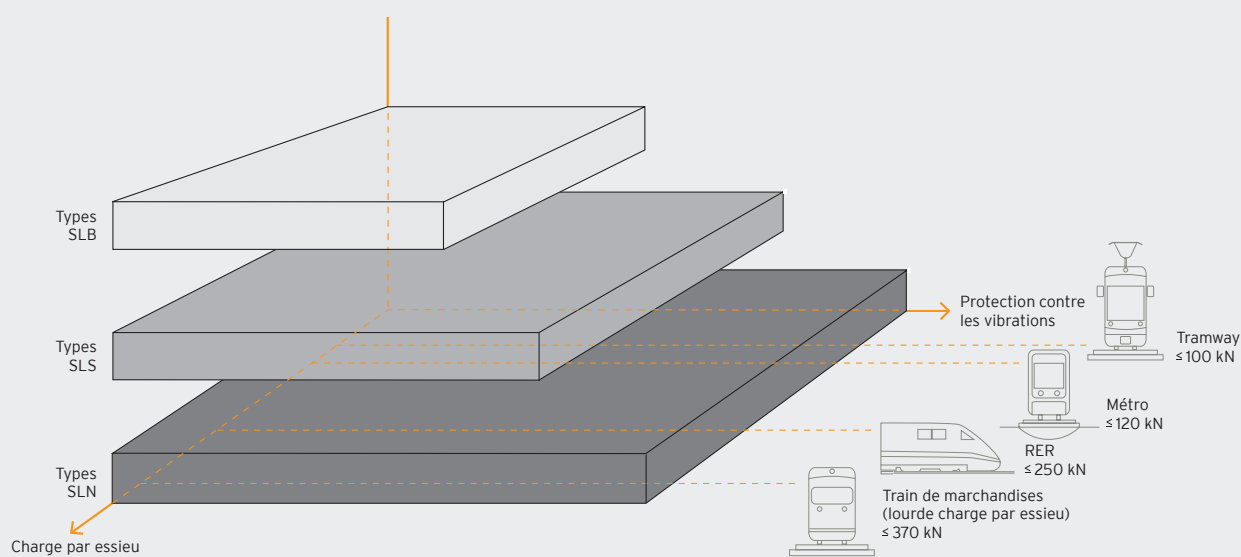
Trois matériaux - disponibles dans différentes raideurs - couvrent toute la palette d'applications possibles, de la protection efficace contre les vibrations jusqu'à l'amélioration de la qualité des voies.

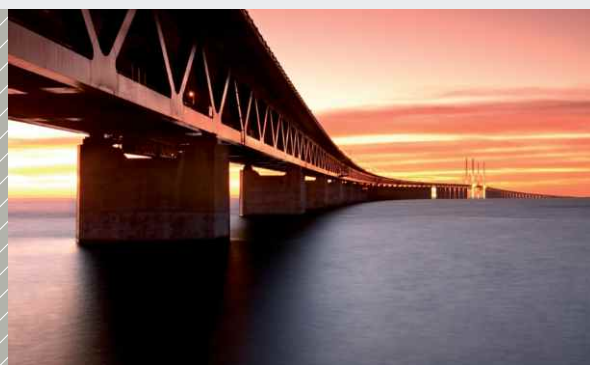
Les trois matériaux :

SLB - Matériau élastoplastique

SLS - Matériau élastique avec composant d'amortissement

SLN - Matériau hautement élastique sans amortissement





Pont Öresund

Une semelle adaptée à chaque voie

La spécialité de Getzner réside dans ses élastomères polyuréthanes microcellulaires avec différentes propriétés selon les superstructures de voies ferrées. Les composants en Sylomer® et Sylodyn® font leurs preuves depuis des décennies en conditions extrêmes et dans les secteurs industriels les plus variés.

Getzner propose la semelle sous traverse optimale pour chaque domaine d'utilisation : des types SLB élastoplastiques pour l'amélioration exclusive de la qualité des voies jusqu'aux semelles hautement élastiques en Sylomer® (types SLS) et Sylodyn® (types SLN) pour une réduction efficace des vibrations.

Les semelles élastoplastiques de type SLB sont utilisées pour la réduction de la sollicitation du ballast. Les propriétés optimisées des matériaux de ce type permettent une mise en place particulièrement stable du ballast. Leur amortissement élevé a également une influence positive sur le comportement vibratoire de la traverse.

Les semelles élastoplastiques abaissent les coûts d'entretien annuels et prolongent la durée de vie des voies.

Si une réduction importante des vibrations doit être obtenue, les semelles de type SLS (Sylomer®) ou de type SLN (Sylodyn®) seront mises en place.

Alors que les semelles en Sylomer® possèdent un bon facteur d'amortissement, les solutions avec Sylodyn® ont une raideur statique et dynamique quasiment identique. Elles représentent une solution particulièrement efficace, même avec des écrasements supplémentaires très faibles.

Sélection de la semelle Getzner idéale

Getzner dispose du type de semelle optimal pour chaque utilisation. La sélection du type adapté intervient en fonction de l'écrasement maximal admis des rails pour une charge par essieu donnée.

Les différents types de semelles au sein d'un groupe de matériaux se distinguent en premier lieu par leur élasticité. L'élasticité est déterminée par le module de rigidité. Elle est fixée conformément à la norme DIN 45673-1 par test sur une plaque profilée de ballast (Plaque de ballast normée). Getzner met à disposition des types de semelles optimisés pour tramways, métros, RER, lignes classiques, lignes à grande vitesse et des semelles optimisées pour des applications spéciales telles que pour les fortes charges par essieu jusqu'à 37 tonnes.

7 | Adhérence exceptionnelle

Le montage dans l'usine de traverses



Production de traverses



Train de montage avec traverses
équipées de semelles

Les semelles sous traverses de Getzner peuvent être adaptées à toutes les formes de traverses.

Les semelles pour traverses en béton sont fabriquées de manière standardisée avec un grillage de montage intégré (lettre distinctive « G » en fin de la désignation du type). Ce grillage de montage spécifique de Getzner est intégré à la semelle et sert à la fixation sur la traverse de toute la surface de la semelle. Le grillage de montage est mis en place dans le béton encore humide lors de la fabrication de la traverse. La liaison parfaite sur toute la surface assure une adhérence durable de la semelle à la traverse en béton, indépendamment du mode de production et de la consistance du béton.

Le processus d'adhésion fonctionne sans adjuvant ou autre traitement préparatoire fastidieux et répond ainsi aux exigences les plus strictes de la norme BN 918 145-1. Sur demande du client, les semelles peuvent également être fixées sur des traverses en béton déjà sèches. Dans un tel cas, la livraison des semelles sous traverses s'effectue sans grillage de montage intégré. Les semelles sont collées à l'aide d'une colle adaptée, fournie sur demande par Getzner.

Installation de traverses en béton avec semelle

La mise en place de traverses avec semelle fonctionne avec tous les procédés usuels.

En raison du poids relativement faible des semelles, le nombre de traverses par wagon reste le même. Les travaux sur les voies peuvent également être réalisés sans restriction.

Dans les zones de transition entre les sections de voie avec semelle et sans semelle, il peut s'avérer nécessaire d'adapter la raideur par modulation de celle-ci. Cela concerne en premier lieu les semelles souples (module de rigidité $< 0,15 \text{ N/mm}^3$). Pour une telle modulation de la raideur, Getzner recommande d'utiliser des semelles de raideur supérieure sur une longueur de 20 à 30 mètres.

8 | Références internationales

Les projets de Getzner parlent par eux-mêmes

Les solutions Getzner sont présentes dans le monde entier – tout comme l'équipe Getzner.

Avec ses dix filiales, Getzner Werkstoffe est présent dans toutes les régions stratégiques importantes du monde. Grâce à ses nombreux partenaires commerciaux, l'entreprise est en mesure de répondre aux besoins exprimés par la quasi totalité des marchés.

Liste de références « Semelles sous traverses pour les voies ballastées » (extrait) :

Objectif : préservation du ballast et amélioration de la qualité des voies

- ÖBB, (AT)
- DB, (DE)
- SBB, (CH)
- SNCF, (FR)
- Bane Denmark, (DK)
- KR, (KP)
- Jernbaneverket, (NO)
- CR, (CZ)
- Infrabel, (BE)
- ADIF, (ES)

Objectif : semelles sous traverses pour l'isolation des vibrations

- Métro Amsterdam Ligne Est, (NL)
- Tunnel Bruchsal, (DE)
- Umeå Oka Line, (JP)
- Britomart Station, (NZ)
- Matstetten-Rothrist, (CH)
- Timelkam, Feldkirch et Hallwang, (AT)
- SNCF, (FR)
- RATP, (FR)

Objectif : aiguillage avec appuis élastiques

- ÖBB, (AT)
- DB, (DE)
- SBB, (CH)
- CR, (CZ)
- Pro Rail, (NL)
- Jernbaneverket, (NO)
- SNCF, (FR)



Getzner Werkstoffe GmbH

Herrenau 5
6706 Bürs
Austria
T +43-5552-201-0
F +43-5552-201-1899
info.buers@getzner.com

Getzner Werkstoffe GmbH

Am Borsigturm 11
13507 Berlin
Germany
T +49-30-405034-00
F +49-30-405034-35
info.berlin@getzner.com

Getzner Werkstoffe GmbH

Grünwalder Weg 32
82041 Oberhaching
Germany
T +49-89-693500-0
F +49-89-693500-11
info.munich@getzner.com

Getzner Spring Solutions GmbH

Gottlob-Grotz-Str. 1
74321 Bietigheim-Bissingen
Germany
T +49-7142-91753-0
F +49-7142-91753-50
info.stuttgart@getzner.com

Getzner France S.A.S.

Bâtiment Quadrille
19 Rue Jacqueline Auriol
69008 Lyon
France
T +33-4 72 62 00 16
info.lyon@getzner.com

Getzner France S.A.S.

19 Rue Hans List
78290 Croissy-sur-Seine
France
T +33 1 88 60 77 60

Getzner Vibration Solutions Pty Ltd

Unit 1 Number 2-22
Kirkham Road West,
Keysborough Victoria 3173
Australia

Getzner India Pvt. Ltd.

1st Floor, Kaivalya
24 Tejas Society, Kothrud
Pune 411038, India
T +91-20-25385195
F +91-20-25385199
info.pune@getzner.com

Nihon Getzner K.K.

6-8 Nihonbashi Odenma-cho
Chuo-ku, Tokyo
103-0011, Japan
T +81-3-6842-7072
F +81-3-6842-7062
info.tokyo@getzner.com

Getzner Materials (Beijing) Co., Ltd.

No. 905, Tower D, the Vantone Center
No. Jia 6, Chaowai Street, Chaoyang District
10020, Beijing, the P.R.C.
T +86-10-5907-1618
F +86-10-5907-1628
info.beijing@getzner.com

Getzner USA, Inc.

8720 Red Oak Boulevard, Suite 460
Charlotte, NC 28217, USA
T +1-704-966-2132
info.charlotte@getzner.com

www.getzner.com



Our printing is
climate neutral.

