

# MAGAZINE L'INDUSTRIE FERROVIAIRE

Solutions internationales pour l'industrie ferroviaire

**4** Développement efficace  
Peu de temps, exigences importantes :  
ce que les ingénieurs-développeurs de  
Laspar Angst+Pfister en font.

**20** Tuyaux flexibles  
résistants au vieillissement  
Des fabricants leaders d'équipements  
ferroviaires ont détecté ce tuyau flexible  
pour leurs applications : entièrement  
en métal mais quand même léger et  
flexible.

**26** Support élastique minimal  
Il est léger, peu encombrant et  
traversera bientôt le tunnel de base  
du Saint-Gothard.

## Éditorial



Chères lectrices, chers lecteurs,  
chères clientes, chers clients,

Comment faisons-nous avant ? Lorsque j'étais enfant, la carrosserie des voitures neuves commençait souvent à rouiller après un an déjà. Cela n'est plus d'actualité aujourd'hui. Même la mécanique est devenue plus raffinée et la fréquence des entretiens diminue. Les voitures peuvent même conduire toutes seules de nos jours. Le secteur de la construction ferroviaire s'est lui aussi développé très rapidement au profit de la vitesse et du confort toujours améliorés.

Le progrès technique fascine et devient très vite une évidence. Chez Angst+Pfister, c'est ce qui fait notre joie quotidienne. Dans notre service d'ingénierie, nous développons des innovations et façonnons l'avenir. Nous permettons à nos clients de réduire les charges et les coûts dans la construction ferroviaire. Nous ressentons comme un privilège le fait de travailler aujourd'hui la technologie de demain.

Notre passion s'explique par une autre chose : nous collaborons afin de trouver LA solution. Plutôt que de faire nos éloges face à nos clients, nous préférons les écouter. Comment procédez-vous lors du développement de nouveaux produits ? Quels en sont les obstacles à surmonter ? Comment votre production et votre logistique sont-elles organisées ? Grâce au dialogue, nous identifions rapidement à quel moment et comment vous aider et réduire vos délais de développement. Nous réfléchissons au-delà de l'ingénierie d'une pièce individuelle et intégrons de nouvelles fonctions à un produit afin que le client puisse voir diminuer le nombre de composants et, par conséquent, les coûts de production et de stockage.

Ce magazine recense des faits concrets. Aux pages 26/27, vous verrez comment nous avons procédé lors du développement d'une toute nouvelle isolation de vibrations pour le stockage de convertisseurs de courant et comment nous sommes parvenus à une dimension minimale des composants. Il vous sera certainement intéressant de savoir comment nous agissons face aux nouvelles normes européennes, notamment sur le thème de la protection contre le feu des véhicules ferroviaires. Vous l'apprendrez aux pages 30/31.

Innover n'est pas chose aisée. Chez Angst+Pfister, nous avons toutefois posé les bases nécessaires aux innovations : ces bases représentent 140 ingénieurs et techniciens travaillant dans le Group Engineering à Zurich, mais également en tant que techniciens d'application dans chaque pays, au sein de l'équipe CAD en Chine ou dans le Centre de Recherche et Développement de l'usine en Turquie. Compétence et expérience sont au rendez-vous et alimentent ce savoir-faire. Nous insistons sur l'échange. Ce n'est qu'en équipe qu'une bonne solution peut encore devenir meilleure. Les experts de la technologie de l'antivibration échangent avec leurs collègues spécialisés dans la technologie des fluides, de l'étanchéité, des matières plastiques ou de la transmission. Nous nous imposons de répondre à tout type d'attente afin de pouvoir dire modestement que nous apportons un soutien technologique à nos clients et que ceux-ci profitent économiquement de nos innovations.

Erich Schmid  
Chief Technology Officer

## Sommaire

### Solutions pour le secteur ferroviaire

#### Développement efficace

La simulation numérique raccourcit le délai de mise sur le marché et réduit le coût global de possession.

4

#### Protection contre l'incendie intégrée

Ce nouveau mélange de caoutchouc offre une protection intrinsèque contre l'incendie selon la norme EN 45 545. Il n'est plus nécessaire de prévoir un revêtement.

10

#### Pour une durée de vie plus longue des voies

Les semelles sous traverse protègent les voies. Les ECOVIB® USP sont examinées selon le standard le plus récent.

18

#### Tuyaux flexibles résistants au vieillissement

Les tuyaux flexibles en élastomère deviennent poreux, les tuyaux métalliques fixes ne sont pas flexibles. ASSIWELL® est la solution.

20

#### Support élastique minimal

Le convertisseur de courant dans l'EC250 qui traversera le tunnel du Gothard, dispose d'un support innovant et inédit.

26

#### Construction de maisons au-dessus du tunnel

Des plaques d'isolation faciles à poser écartent les vibrations et le bruit d'impact du bâtiment.

28



4



10



18



20



26



28

Photo de couverture : © iStock, Nikada

© Copyright by Angst+Pfister 2016. Angst+Pfister se réserve le droit de modifier les informations sans préavis.

Les informations sont fournies à titre indicatif et ne sauraient engager notre responsabilité.

APSOvib®, APSOfuid®, APSOseal® et APSOdrive® sont des marques déposées. APSO est l'abréviation de Angst+Pfister Solutions.

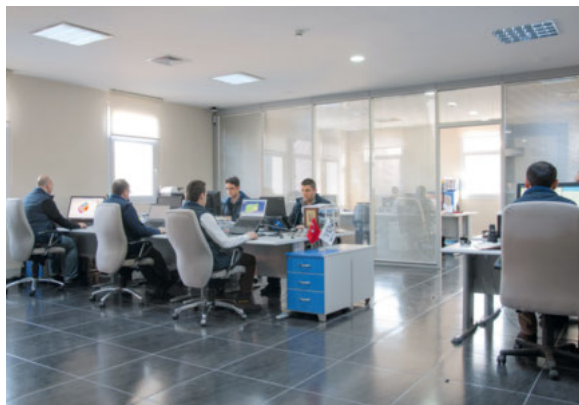
#### Vous avez des questions complémentaires en ce qui concerne l'un des thèmes abordés dans ce magazine ?

Envoyez-nous un e-mail à l'adresse [engineering@angst-pfister.com](mailto:engineering@angst-pfister.com) ou composez le +41 44 306 62 57. Nous vous répondrons au plus vite.

## Des développements qui génèrent des avantages techniques et financiers

Les délais de développement ont beau être audacieusement courts, les résultats dépassent bien souvent les attentes. C'est ce que recherchent les entreprises innovantes. Et c'est ainsi que fonctionne le Centre de Recherche et Développement de Laspar Angst+Pfister à Bursa, en Turquie. Ses ingénieurs y développent des solutions d'étanchéité et d'antivibration qui permettent d'optimiser le Total Cost of Ownership.





Environ 40 experts travaillent dans le service développement à Bursa.

Raccourcir nettement les temps de développement grâce à la simulation numérique : pour réaliser cet objectif, les experts de Laspar Angst + Pfister utilisent tous les jours leur savoir-faire.



Il n'y a pas de doute, tous les trains modernes sont équipés de planchers flottants qui compensent les mouvements, absorbent le son et isolent des vibrations. La question qui se pose est alors la suivante : quelles matières et technologies utilisent les fabricants de trains pour arriver à ce résultat ? Les ingénieurs développement de Laspar Angst + Pfister, avec le support combiné de leurs collègues du Group Engineering de Angst + Pfister et de la société Stadler Bussnang AG, ont récemment conçu un nouveau support de plancher pour la rame automotrice à grande vitesse EC250, actuellement construite par le groupe suisse Stadler Rail AG pour les Chemins de Fer Fédéraux (CFF) suisses. Ce nouveau concept ne se contente pas de satisfaire aux exigences de l'unique norme feu/fumée valide en Europe (la norme DIN EN 45 545 qui définit les exigences pour les matières et composants utilisés dans le ferroviaire); la solution proposée par Laspar Angst + Pfister est en effet comparativement plus performante pour un investissement moindre\*.

**« Après la phase de co-conception, nos collègues en Turquie ne mettent en règle générale que six à neuf semaines pour fabriquer des prototypes. »**

Erich Schmid, Chief Technology Officer, Angst + Pfister, Zurich

### Courtes phases de développement

« Après la phase de co-design, nos collègues turcs ont généralement besoin de six à neuf semaines pour produire les prototypes », explique Erich Schmid, CTO au siège de Angst + Pfister, à Zurich. « Ces derniers sont soumis à des tests approfondis. Il arrive parfois que le client réalise ses propres tests en même temps », ajoute Eray Ulugül, CEO de Laspar Angst + Pfister à Bursa. « Dans les dix à treize semaines qui suivent, nous utilisons alors l'outil de production en série pour produire les premiers échantillons. »

### Savoir-faire pratique et théorique

Ces délais de développement relativement courts s'expliquent de différentes façons : les ingénieurs de Bursa connaissent très précisément les exigences des clients. L'équipe de développement hautement qualifiée (environ 40 personnes), travaille en étroite collaboration mondiale avec une centaine de spécialistes de Angst + Pfister (Product Application Engineers, Senior Engineers ou encore CAD Engineers).

### Simulation numérique permettant temps

Un autre atout majeur de l'équipe de développement de Laspar Angst + Pfister est la simulation numérique : « Grâce à la méthode des éléments finis, nous

avons pu raccourcir le processus de développement de façon significative », souligne Eray Ulugül. Les spécialistes de Laspar Angst + Pfister bénéficient également de la connaissance technique et de l'expérience nécessaire au calcul des charges auquel un composant est soumis pendant sa durée de vie.

### Production centralisée sur un seul site

La proximité de l'équipe de développement avec la production constitue un avantage considérable. Laspar a été créée comme entreprise de production en 1982 et n'a depuis

\* Pour en savoir plus sur les planchers flottants et leurs roulements isolants, rendez-vous à la page 13. Plus d'informations sur la rame à éléments multiples à grande vitesse EC250 à la page 26, et sur la norme anti-incendie DIN EN 45 545 à la page 30.



Des processus efficaces : chez Laspar Angst+Pfister, les services Développement, Prototyping, Testing, Compounding et Production se trouvent tous sous le même toit.

cessé de se développer et de s'étendre. Intégrée au Groupe Angst+Pfister depuis 2013, Laspar Angst+Pfister produit aujourd'hui chaque année environ 100 millions de composants d'antivibration et d'étanchéité. Ses clients sont d'importants acteurs des secteurs automobile, ferroviaire et de la construction navale. Laspar Angst+Pfister est également régulièrement consulté pour des projets liés aux secteurs du bâtiment et du génie civil, plus particulièrement pour la construction de ponts, mais aussi dans le domaine des machines agricoles ou encore pour la production et le développement d'appareils électroniques et électroménagers.

### Des bancs d'essai à portée de main

Laspar Angst+Pfister bénéficie de l'expertise nécessaire pour proposer des solutions personnalisées et du savoir-faire requis pour la production de prototypes, d'échantillons initiaux et de séries sur un même site. « Cela nous permet de réellement raccourcir la durée des développements individuels et, par conséquent, le temps global de développement », affirme Erich Schmid. Les bancs de test se trouvent également à quelques pas des bureaux des ingénieurs développement, ce qui accélère leur phase d'ingénierie. « Nous unissons nos compétences sur un site afin de faire économiser du temps et de l'argent à nos clients », ajoute Eray Ulugül. Le délai de développement est ainsi réduit et les produits sont mis plus rapidement sur le marché.

### Certifications multiples

Depuis janvier 2016, le Centre de Recherche et Développement de Laspar Angst+Pfister à Bursa est reconnu par le Ministère turc des

Sciences, de l'industrie et de la technologie. De plus, Laspar Angst+Pfister est certifié sur l'ensemble de la chaîne de valeurs, du développement à la production puis à la livraison, selon les normes ISO 9001, ISO TS 16949 et ISO 14001. Tous les processus s'appuient sur un système complet de gestion de la qualité et l'entreprise répond également aux normes les plus élevées en matière de santé, de sécurité et d'environnement.

### Fonctionnalité intégrée

Les ingénieurs de développement de Laspar Angst+Pfister peuvent inclure des aspects autres que technologiques dans leurs produits. Par exemple, si un composant d'étan-

chéité ou d'antivibration peut intégrer des fonctionnalités supplémentaires, le client sera en mesure de réduire ses coûts de stockage et d'assemblage. Un seul composant est ainsi requis, au lieu de deux, voire plus. Cela permet de réduire le Total Cost of Ownership d'autant plus que la durée de vie des composants est généralement longue.

Cette approche intégrée a des répercussions à tous les niveaux chez Angst+Pfister : les clients bénéficient de compétences de développement spécifiques, d'une efficacité de production, d'acquisition exceptionnelle et d'une logistique fiable rendue possible grâce aux solutions de gestion de la chaîne d'approvisionnement, Just-in-Time et Kanban dans le monde entier. Voilà l'efficacité intégrée et financièrement intéressante dont le marché a besoin.



Eray Ulugül  
CEO  
Laspar Angst + Pfister  
+90 224 280 69 00  
Eray.Ulugul@lp-ap.com



La norme relative à la protection contre l'incendie DIN EN 45 545 est également respectée. Et tout est testé soigneusement.

## « Les demandes de simulation numérique sont en constante augmentation. »

En termes de conception, de développement et de production de composants d'anti-vibration, personne ne lui arrive à la cheville : Eray Ulugül dirige le pôle Recherche et Développement de Laspar Angst + Pfister à Bursa.

**M. Ulugül, vous êtes un spécialiste de la simulation numérique. Pourquoi ce sujet vous passionne-t-il tellement et quels sont ses avantages pour les clients ?**

**Eray Ulugül :** C'est mon expérience pratique de la méthode des éléments finis qui bénéficie principalement à nos clients. Il ne suffit pas d'avoir les équipements techniques à disposition : une expertise spécifique est également nécessaire. En ce qui nous concerne, nous avons les deux. En associant la simulation numérique à des lignes directrices développées en interne et à notre savoir-faire, nous pouvons définir des mélanges élastomères adaptés qui offrent des performances optimales. Nous sommes ainsi en mesure d'atteindre la

dureté requise et d'optimiser le design et la géométrie d'un composant. En simulant les conditions réelles auxquelles un composant d'étanchéité ou d'antivibration sera exposé, nous réduisons à la fois les délais et les coûts de développement. C'est la raison pour laquelle les demandes de simulation numérique sont en constante augmentation et nous faisons tout qui est en notre pouvoir pour y répondre.

**Mais ce n'est pas votre seule méthode pour réduire les délais de développement.**

**Eray Ulugül :** Laspar Angst + Pfister bénéficie d'un autre avantage crucial : du développement à la production, en passant par le prototypage, les tests, la préparation des pièces métalliques et du mélange élastomère. Toutes les opérations sont centralisées sur un seul site. L'outil de production des prototypes est réalisé en six à neuf semaines et l'outil de production série en dix à treize semaines. Ces délais restreints sont dus à l'étroite collaboration entre notre unité d'ingénierie et les autres pôles de compétences, comme la simulation de moulage

par injection, afin de concevoir l'outil de vulcanisation correctement du premier coup. Nous travaillons ici main dans la main et les effets sont immédiatement visibles pour le client.

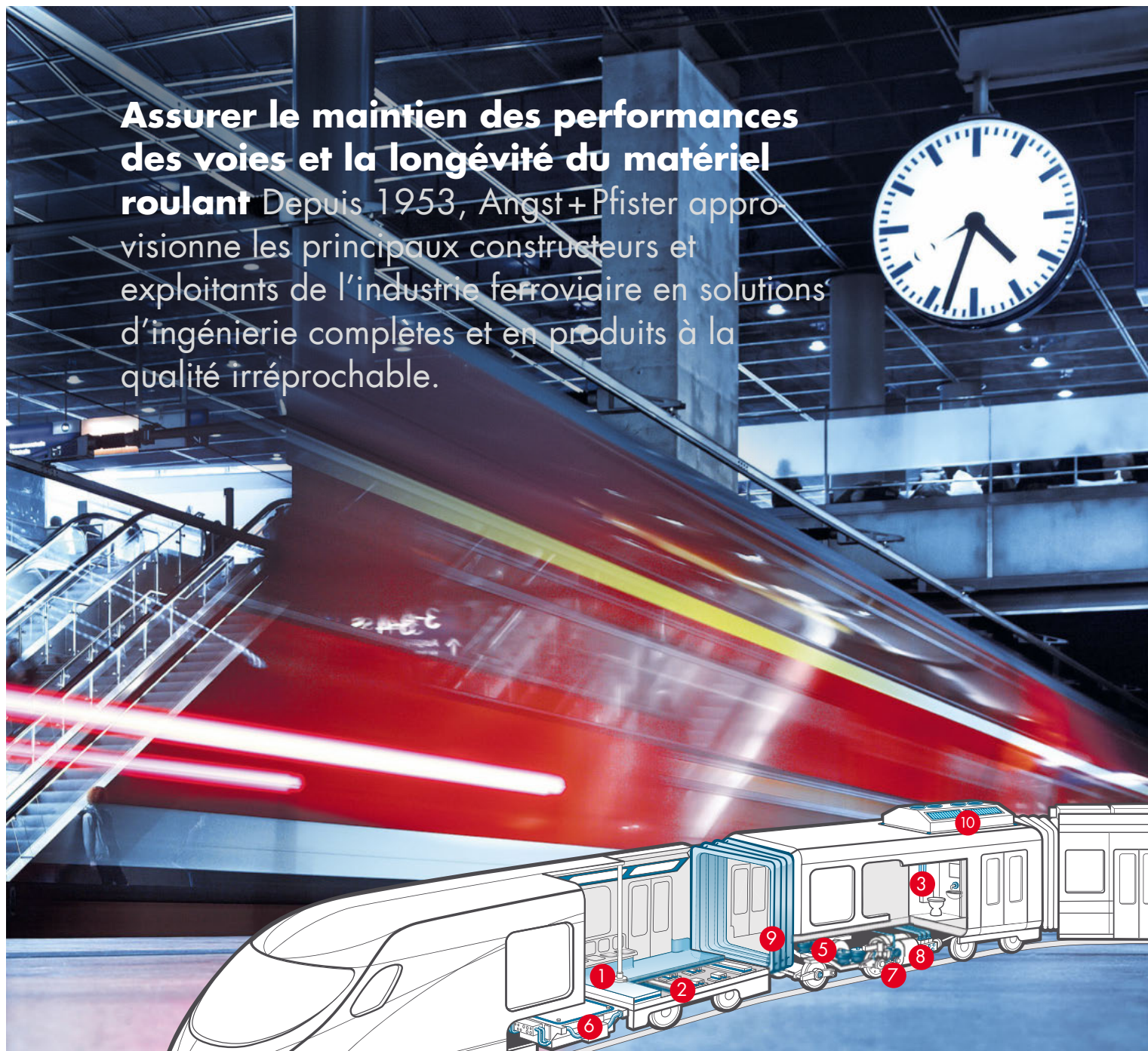
**Qu'en est-il de vos équipements de tests ?**

**Eray Ulugül :** Nous sommes parfaitement équipés pour contrôler, par exemple, la rigidité des composants afin de tester leurs propriétés dynamiques, statiques ainsi que leur capacité d'absorption des vibrations mais également pour fournir une preuve de leur durée de vie. Les résultats sont ensuite intégrés directement (et rapidement) dans les prochaines étapes d'ingénierie.

Nos tests internes réalisés sur les élastomères nous aident alors à développer des recettes sur mesure permettant un processus de vulcanisation optimal. De cette façon, nous pouvons définir le mélange élastomère le mieux adapté à des applications spécifiques, en termes de température, de rapport dynamique/statique et de rebond.

# Assurer le maintien des performances des voies et la longévité du matériel roulant

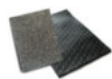
Depuis 1953, Angst + Pfister approvisionne les principaux constructeurs et exploitants de l'industrie ferroviaire en solutions d'ingénierie complètes et en produits à la qualité irréprochable.



## Planchers et intérieurs 1

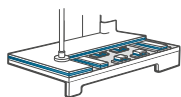


Produits finis en plastique



Tapis d'absorption acoustique

## Planchers flottants 2



Supports anti-vibrations



Tapis d'amortissement APSOPUR®/ ECOVIB®

## Equipements de toilettes embarquées 3



Lignes de tuyaux pour l'eau APSOFLUID®



Accouplements

## Portes et fenêtres 4

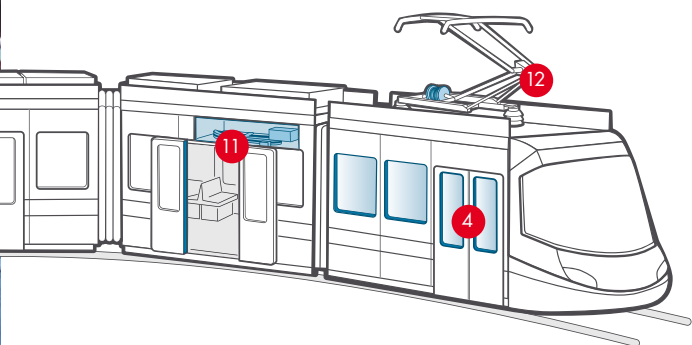


Produits finis en plastique



Les constructeurs de matériel ferroviaire, les sociétés de maintenance et les installateurs de voies ferrées bénéficient tous de notre longue expérience dans ce secteur et de notre expertise en ingénierie. Les leaders de l'industrie comptent sur Angst + Pfister pour obtenir des composants standards, ainsi que des composants sur mesure, conformes aux spécifications techniques et normes ferroviaires les plus strictes. Angst + Pfister prépare tous les composants dont vous avez besoin et les expédie dans les temps vers vos centres de production internationaux.

Chaque année, l'équipe d'ingénieurs de Angst + Pfister certifie et brevète de nouveaux produits spécialement conçus pour l'industrie ferroviaire dans les technologies de l'antivibration, de l'étanchéité et des flexibles. Nos solutions pour les chemins de fer sont toutes conformes aux normes les plus avancées et récentes, telles que la norme DIN EN 45 545 ou toute autre norme propre à un pays concernant la fumée et les incendies. Nos représentants siègent à divers comités de normalisation : nous sommes ainsi toujours prêts à nous adapter aux exigences techniques à venir. Nos clients bénéficient de ces avantages concurrentiels grâce à un partenariat solide avec Angst + Pfister, ce qui ne cesse de démontrer que les projets de conception collaborative constituent les meilleures solutions pour réduire les délais de commercialisation.



## Bogies

5



Butée



Flexibles HYDROFLEX®



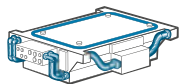
Joints plats perforés



Ressort à lames principal

## Convertisseurs/transformateurs

6



Flexibles inoxydables ASSIWELL®



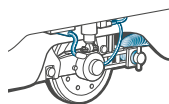
Accouplements



Profils en élastomères

## Systèmes de freinage

7



Étanchéité statique et dynamique



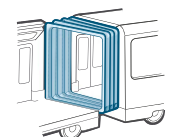
Cordons ronds/joints toriques



Joints plats perforés

## Jonctions de chemin de fer

9



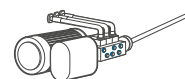
Profils en élastomères



Produits finis en plastique

## Compresseurs de frein

8



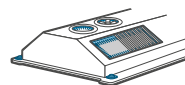
Plots amortisseurs coniques (3D sécuritifs)



Plots antivibratoires cylindriques, butées coniques et diabolos

## Air conditionné

10



Cordons ronds/joints toriques



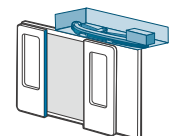
Plot amortisseur cylindrique ou conique, sécuritif



Profils en élastomères

## Systèmes d'ouverture des portes

11



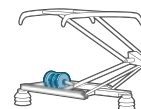
Transmissions à courroie



Profils en élastomères

## Pantographes

12



Soufflets pneumatique

**Ce mélange d'élastomère dispose d'une résistance intrinsèque au feu**

En avril 2016, les réglementations nationales relatives à la protection contre les incendies dans les véhicules ferroviaires ont été remplacées dans leur ensemble par la norme européenne EN 45 545. Angst + Pfister a tracé une nouvelle voie à suivre pour les clients devant se conformer à cette norme, grâce à de nouveaux mélanges d'élastomères développés pour les éléments antivibratoires, au lieu de recourir à un revêtement ignifugé. Siemens utilise ces éléments pour les suspensions de bogies.





© Photos: www.siemens.com/presse



**Technologie de pointe dans le tramway : Angst+Pfister fournit une contribution importante en offrant des solutions de technologie des vibrations.**

Ce type de scénario est très courant pour Angst+Pfister et encore plus pour ses clients. Il s'agit d'une situation où tout le monde est gagnant. Le processus s'effectue au sein du groupe Angst+Pfister : à Zurich, les ingénieurs de Angst+Pfister ont concentré tous leurs efforts sur un projet technologique. Les ingénieurs de développement de Laspar Angst+Pfister à Bursa, en Turquie, ont ensuite apporté leur expertise, ce qui a permis de réduire le temps de développement. Ils ont appliqué leurs capacités de simulation numérique et ont offert la possibilité de réaliser en un même lieu la production de prototypes et la production en série. En même temps, les équipes de conseils et de vente de Angst+Pfister, comme Andreas Gogl et son équipe en Autriche, sont en contact permanent avec Zurich, Bursa et le client. Voilà une équipe qui propose des solutions antivibratoires et tente de dépasser les attentes du client.

**« La norme standard de protection contre le feu EN 45 545 est très contraignante pour le secteur de la construction de véhicules ferroviaires. Mais nous avons réussi à résoudre le problème – grâce au nouveau composé caoutchouc. »**

Andreas Gogl  
Angst+Pfister Autriche

## **Norme EN 45 545 relative à la protection contre les incendies et autres exigences**

Pour Siemens Mobility, qui conçoit et fabrique des rames à grande vitesse, des métros et des tramways, il était nécessaire de combiner ce qui peut paraître comme deux exigences contradictoires, à savoir tout d'abord, la nouvelle isolation antivibratoire devait se conformer pour la suspension des bogies aux exigences de la norme EN 45 545 relative à la protection contre les incendies. Ensuite, malgré l'utilisation de substance de retardateur de flamme, les nouveaux éléments devaient présenter sensiblement les mêmes propriétés mécaniques et une rigidité statique et dynamique identique à celle des anciens composants.

## **Des spécialistes également en composition des mélanges**

Comme le site de Laspar Angst+Pfister à Bursa est spécialisé dans l'élaboration des mélanges, les ingénieurs de développement ont développé un nouveau mélange d'élastomère avec des méthodes de simulation et de tests en effectuant plusieurs itérations : le composé a été prédéterminé par les paramètres indiqués dans la norme et il en résulte un produit à hautes performances qui résiste au vieillissement. Fondamentalement, un véhicule ferroviaire est conçu pour une longue durée de vie, généralement supérieure à dix ans. La conformité du nouveau mélange d'élastomère à toutes les exigences a été confirmée par des tests réalisés dans des laboratoires externes indépendants.

## **Pourquoi ne pas recourir à un revêtement ?**

Andreas Gogl de Angst+Pfister Autriche explique qu'un revêtement à base de produit ignifuge aurait sans doute conduit à un ré-

**Pour le tramway à plancher bas du type Avenio que la ville de Munich a commandé de nouveau à Siemens, Angst+Pfister fournit une douille avec enveloppe métallique.**

sultat similaire. Andreas Gogl et son équipe ont travaillé avec les ingénieurs de Siemens en Autriche et d'autres clients de plusieurs pays d'Europe centrale. Toutefois, suite à cette expérience, il explique que les revêtements peuvent être endommagés et qu'en termes de résistance au vieillissement, ils ne soutiennent pas la comparaison avec les mélanges d'élastomère qui intègrent la résistance au feu requise. « La norme EN 45 545 relative à la protection contre les incendies pousse à concevoir la construction de véhicules ferroviaires dans son ensemble. Mais nous avons réussi à résoudre le problème avec le nouveau mélange d'élastomère. »

Angst + Pfister a utilisé ce nouveau mélange pour développer divers composants associant métal et caoutchouc chez Siemens : par exemple, un ressort à intercalaire métallique de la suspension primaire pour le train express Rhin-Ruhr en service entre Cologne et Dortmund, et un palier sphérique avec armature métallique pour le tramway de type Avenio à plancher surbaissé, que la ville de Munich a commandé à Siemens à de nombreuses reprises.

### Une ressource unique permet d'économiser du temps et de l'argent

Andreas Gogl a mis l'accent sur le partenariat étroit entre Siemens et la matrice de compé-

**« Quand les clients peuvent compter sur une seule source d'approvisionnement, ils peuvent réduire de manière significative le processus de mise sur le marché. Quand du même coup, ils bénéficient d'une solution individuelle, c'est absolument parfait. »**

Andreas Gogl  
Angst + Pfister Autriche

tences disponible chez Angst + Pfister : « Nous pouvons non seulement concevoir la géométrie d'un système d'isolation de vibrations, mais également déterminer quel est le mélange d'élastomère le mieux adapté. En ce qui concerne nos collègues de Laspar Angst + Pfister à Bursa, ils ont pu réaliser le développement, l'élaboration du mélange, le

prototypage et la production en série sur le même site. Cette proximité, associée à notre coopération interne, permet de résoudre les problèmes en un temps relativement court et selon un rapport coût-bénéfice favorable pour notre client. » Lorsque les clients peuvent compter sur une source unique pour l'ensemble d'un projet, cela leur permet de réduire de manière importante le temps de mise sur le marché, tout en étant dans le même temps assurés de bénéficier d'une solution individuelle parfaitement adaptée et conforme à la norme EN 45 545 relative à la protection contre les incendies.



**Du confort pour faire la navette sur des distances importantes : les trains de l'express Rhin-Ruhr qui relie Cologne et Dortmund, circuleront à une vitesse de 160 km/h et donc plus rapidement que les trains régionaux.**



Protection contre l'incendie selon la norme EN 45 545 comprise : pour les wagons deux étages de l'express Rhin-Ruhr, Angst + Pfister a développé un ressort à lames primaire.

**Pour assurer le confort de voyage et prévenir l'usure du matériel** Les habitudes de voyage ont changé – les exigences envers l'industrie ferroviaire également. Angst + Pfister en tient compte, également en offrant des solutions intégrées d'isolation de bruit et de vibrations.



La nostalgie en tant qu'aventure : le train à vapeur de la Furka traverse les montagnes suisses. – La technologie en tant qu'aventure : elle n'arrête pas d'évoluer.

L'idée d'un voyage à bord d'un ancien train à vapeur et des paysages pittoresques à perte de vue éveille en nous un merveilleux sentiment de nostalgie. Même si à l'époque, ce nouveau moyen de transport était révolutionnaire et prometteur tant pour le transport de personnes que de marchandises, nous oublions souvent combien ces voyages devaient être inconfortables, bruyants et cahoteux.

Cette technologie a avant tout été développée pour apporter plus de sécurité et pour mieux protéger la santé des passagers, mais

bien entendu aussi dans le but d'avoir un ratio coûts-bénéfices plus efficace. D'un côté, nous cherchons à réduire autant que possible l'usure du matériel et de l'autre nous aspirons à un voyage agréable et plus confortable. L'essentiel de la recherche et du développement se concentre sur la réduction des émissions sonores, de l'isolation des vibrations et bien évidemment de la protection contre les incendies. La mise en place de systèmes de planchers spéciaux y joue un rôle capital.

### Le spécialiste fiable

Avec ses éléments et systèmes antivibratoires dont le développement est basé sur les technologies les plus récentes, Angst + Pfister est le spécialiste incontesté dans ce domaine et partenaire depuis de longues années déjà en ce qui concerne le développement de solutions, la fabrication et les ajustements de matériaux spécialisés ainsi que l'analyse et le choix des produits appropriés pour les différentes compagnies ferroviaires régionales et nationales. Les systèmes de planchers de haute technologie qui en font partie consti-



© Photo : Keystone, Christian Richier

Réduire l'usure du matériau et les vibrations, augmenter le confort de voyage : Angst + Pfister offre des solutions.

tuent un marché en constante évolution, ce qui donne un aperçu des plus grandes entreprises de production de l'industrie ferroviaire et accessoirement partenaires de Angst + Pfister, comme par exemple Alstom, Hitachi, Siemens ou Bombardier, dont la capacité de production est occupée pour les trois à cinq prochaines années.

### Solutions d'une main

Angst + Pfister a non seulement acquis une expérience riche de longues années et un savoir-faire spécialisé dans ce domaine, mais également une réputation de partenaire fiable grâce à une optimisation intensive des procédés. Être à la pointe de la technologie ne suffit pas. Il faut également avoir des connaissances très précises des besoins spécifiques du partenaire et des clients. Ainsi, dans l'industrie ferroviaire, la tendance est à la demande de solutions livrées par un seul partenaire.

**Dans le secteur ferroviaire, les clients préfèrent de plus en plus des solutions complètes. Angst + Pfister et Bellotti offrent de telles solutions grâce à leur système de fond exhaustif qui amortit le bruit et les vibrations.**

Dans la continuité de cette tendance, Angst + Pfister s'est associé aux entreprises Bellotti et AGT Engineering afin de pouvoir proposer ensemble des solutions intégrées des systèmes de planchers. L'entreprise Bellotti S.p.A. a été fondée en 1927 et est ancrée dans l'industrie forestière ainsi que dans la production de panneaux agglomérés. Comme les panneaux ne forment qu'une partie du système, AGT Engineering a été sélectionné comme partenaire pour la conception du plancher.

### Différentes matières composites

Alors qu'en Europe et en Asie, on utilise principalement une combinaison de bois et de composites de bois, aux États-Unis on préfère une solution où les panneaux de bois sont laminés entre des panneaux en aluminium ou en matériaux composites. Tout cela en raison d'une réglementation plus stricte concernant la protection contre le feu et les fumées. Le bois est de 30 à 50% moins cher et restera encore longtemps le matériau de



**Solutions de technologie des vibrations pour systèmes de fond : développées individuellement en fonction de la région et de normes telles que la DIN EN 45 545.**

base principalement utilisé en raison de ses propriétés d'isolation acoustique et thermique.

Grâce à une excellente expertise dans le domaine des technologies de l'antivibration, Angst + Pfister peut proposer un grand choix de matières composites appropriées pour les deux méthodes. Toutes les solutions proposées résistent au feu et aux fumées et correspondent à la norme européenne 45 545 remplaçant les règles de sécurité nationales des pays de l'UE.

## « En collaboration avec le client, nous élaborons la solution qui est optimale pour lui. »



Michael Forrer  
Senior Engineer  
Angst + Pfister  
+41 44 306 6491  
Michael.Forrer@angst-pfister.com

Michael Forrer est ingénieur senior dans le domaine des technologies de l'antivibration chez Angst + Pfister depuis deux ans et peut déjà témoigner d'un nombre considérable de projets menés à bien.

### Monsieur Forrer, en tant que fournisseur global pour solutions de systèmes de planchers, qu'avez-vous exactement à proposer au client ?

**Michael Forrer :** En étroite collaboration avec nos ingénieurs, nous analysons tout d'abord très précisément les souhaits et les attentes du client. Grâce à la collaboration avec nos partenaires, nous développons ensuite un package complet. Celui-ci comprend la conception, le design, le choix, la fabrication des matériaux appropriés et le montage des systèmes de plancher individuellement adaptés. Pour ce faire, nous travaillons avec une combinaison de bois ou d'aluminium liée à des matières composites clairement établies comme étant les meilleures méthodes pour une protection contre le feu ainsi qu'une isolation efficace contre les vibrations et les nuisances sonores. En plus de cela, nous proposons les systèmes de chauffage allant avec nos solutions de systèmes de planchers.

### Comment fonctionnent ces solutions et de quoi Angst + Pfister s'occupe exactement dans ce cas de figure ?

**Michael Forrer:** Nous établissons avec le client la meilleure solution possible en fonction de son utilisation et de ses besoins individuels. Nous sommes en mesure de fabriquer les matériaux de telle façon que les propriétés des composants individuels

déploient toute leur efficacité pour leur utilisation respective. Pour les solutions de systèmes de planchers dans les trains, nous utilisons une combinaison des deux méthodes mentionnées au préalable. On colle sur le sol brut, qui est généralement un cadre en acier composé d'une structure de tubes d'acier soudés et de profilés métalliques, une couche isolante composée d'éléments métal-caoutchouc ou de bandes en polyuréthane, qui sont disponibles sur demande dans des tailles, formes et dimensions différentes. Elles isolent les vibrations causées par le mouvement du train en marche et absorbent les irrégularités au niveau des roues et des rails. Nous avons utilisé du chloroprène vulcanisé dans le cadre d'un projet de partenariat avec anciennement AnsaldoBreda et devenue depuis Hitachi Rail Italia pour le métro milanais.

Le produit développé par Angst + Pfister APSOPUR® a été utilisé pour un système de plancher de 65 wagons en tant que partenaire de Siemens.

Les travaux de collage sont réalisés dans la propre centrale de production de Angst + Pfister à Zoetermeer, aux Pays-Bas, étant donné que Angst + Pfister possède le certificat spécial de l'Institut Fraunhofer, niveau de certification A 2 selon la norme DIN 6701-2\*.

On visse ensuite des panneaux de particules avec une couche élastique intégrée sur les éléments d'isolation. Le produit développé par Angst + Pfister ECOVIB®, se prête particulièrement bien en tant que matériau absorbant le bruit. Il est composé d'un liège de faible granulométrie et lié avec du polyuréthane de qualité supérieure, combiné à du caoutchouc recyclé. Un robuste tapis de caoutchouc vient alors recouvrir les panneaux de sol ainsi efficacement isolés.

### Pourquoi est-ce qu'ECOVIB® et APSOPUR® conviennent si bien aux systèmes de planchers des trains ?

**Michael Forrer:** ECOVIB® peut être utilisé pour la plupart des revêtements de sol allant de l'aluminium à l'acier en passant par le parquet et le linoléum. Il peut être très simplement collé sur des matériaux très variés. Il se distingue particulièrement par sa grande

longévité due à son extrême résistance à l'usure et à sa stabilité dimensionnelle. Ces excellentes propriétés permettent d'avoir une performance optimale permanente et peut éviter beaucoup de frais et d'ennuis au client. De plus, ECOVIB® est recyclable à 100%.

APSOPUR® est un élastomère PUR sous forme cellulaire qui peut également être utilisé comme isolant compact dans le secteur de la construction et dans celui de l'ingénierie mécanique en plus du secteur ferroviaire. Dans la plupart des cas, APSOPUR® y est utilisé comme ressort sollicité par une pression. Les propriétés du ressort peuvent être individuellement adaptées à la construction, au bâtiment et à la charge grâce au choix ciblé du type de l'APSOPUR®, de la bande de contact et de la hauteur de construction. La série de types standard comprend des matériaux APSOPUR® ayant douze densités différentes. La structure des cellules fines apporte le volume de déformation nécessaire en cas de charge statique et dynamique. On peut ainsi utiliser des couches élastiques en pleine surface ayant une transmission égale de la force.

### Y-a-t-il des projets de référence pour les systèmes de planchers réalisés avec succès ?

**Michael Forrer:** Oui, il y en a quelques-uns. Avec nos partenaires, nous avons par exemple équipé 240 wagons du métro milanais avec un support de plancher sous forme de construction en métal-caoutchouc. La prochaine commande a suivi : l'équipement de 380 wagons supplémentaires environ. Nous avons construit le support de plancher de 65 wagons de l'ÖBB Railjet de Vienne avec APSOPUR® pour le compte de Siemens. Actuellement, nous équipons 29 trains du nouveau EC250 des CFF pour le compte de Stadler Bussnang. Nous avons choisi une solution HD métal-caoutchouc sur la base d'une Analyse par Éléments Finis et de notre expertise compounding pour le bestseller que les Chemins de fer fédéraux suisses appellent «Giruno».

\* Voir également page 16.

## Construction de wagons : des supports élastiques absorbent les vibrations et le bruit

La construction de wagons ferroviaires découvre les avantages du polyuréthane qui peut subir des déformations élastiques tout en conservant sa forme initiale : comme support de sol, l'élastomère isole des vibrations et permet un découplage acoustique. À Vienne, Siemens équipe 190 wagons avec des bandes d'élastomère. Pour le collage de ces composants importants pour la sécurité, Angst + Pfister a développé un savoir-faire spécial qui est également à la disposition d'autres clients.



Le site de production Angst + Pfister à Zoetermeer aux Pays-Bas. L'un de nos praticiens européens du collage en action.

Ceux qui traversent un train moderne se déplacent très probablement sur un sol double. Des supports élastiques entre la plate-forme de base et le plancher en contreplaqué avec revêtement font oublier les irrégularités des roues et des rails. Non seulement les supports amortissent les vibra-

tions, mais ils réduisent aussi le son et le bruit. Les élastomères de la gamme de Angst + Pfister s'imposent de plus en plus comme matériau pour ces planchers. Ils sont capables d'améliorer considérablement le confort de voyage





Une plaque d'aluminium est collée sur les blocs de polyuréthane. La liaison adhésive est aussi importante pour la sécurité que l'élastomère.

et surtout de prolonger la durée de vie des wagons et de leurs composants. Ainsi, ils réduisent les frais totaux liés aux cycles de vie.

Pour l'importante commande que Siemens a reçue de Russie, l'entreprise utilise un élastomère de haute performance : ce matériau doit supporter le climat rude et les grandes différences de températures qui règnent en Russie. De plus, le polyuréthane doit remplir les critères de la norme de sécurité incendie DIN 5510-2.

### Liaison adhésive importante pour la sécurité

Les blocs de polyuréthane sont assemblés à une plaque d'aluminium, et c'est précisément cette liaison adhésive entre le polyuréthane et le métal qui est délicate : elle est aussi importante pour la sécurité que l'élastomère lui-même. Le Chief Technology Officer Erich Schmid, qui suit personnellement le client Siemens pour cette commande depuis le siège de Angst+Pfister à Zurich, a suivi pour l'occasion une formation de spécialiste des adhésifs européen (European Adhesive Specialist, EAS).

Les travaux de collage sont effectués aux Pays-Bas, dans l'usine de production de Angst+Pfister à Zoetermeer. Quatre collègues ont complété leur formation de spécialiste des adhésifs.

### Précision et fiabilité absolues

« Pour que la colle époxy ignifuge à deux composants puisse être appliquée, les blocs d'élastomère et les plaques d'aluminium doivent être parfaitement propres », explique Erich Schmid. Les collaborateurs doivent porter des gants exempts de silicone. Il ne doit y avoir aucun courant d'air dans la pièce car le vent pourrait générer des tourbillons de poussière. La température ne doit pas non plus connaître de fluctuations trop fortes. Pendant tout le processus de production, les collaborateurs sont accompagnés en permanence par au moins un spécialiste des adhésifs. Ils consignent minutieusement les étapes de leur travail dans un journal de bord afin de pouvoir remonter à chaque étape.

Le certificat de L'Institut Fraunhofer pour les technologies de fabrication et de recherche des matériaux appliqués (IFAM) atteste que l'entreprise Angst+Pfister à Zoetermeer remplit les exigences élevées en matière de précision et de fiabilité. Après la

formation correspondante des spécialistes, l'institut a remis à Angst+Pfister une attestation pour « l'aptitude à réaliser des travaux de collage sur des véhicules ferroviaires et composants de véhicules ferroviaires conformément à DIN 6701-2 ».

### Un savoir-faire qui sert au client

« Nous avons acquis par ce biais un nouveau savoir-faire et de nouvelles compétences », explique Erich Schmid. « D'autres clients peuvent en profiter. » Il ne pense pas seulement à la rigueur professionnelle. L'effica-

cité a également été prise en compte lors du développement du processus de collage. « Quand un client nous implique tôt dans un projet, cela a des répercussions sur la production », explique Erich Schmid. « Nous nous sentons responsables – non seulement du résultat final, mais aussi des processus de fabrication. Nous nous inspirons souvent et avec plaisir d'un souhait du client pour élaborer des solutions d'ingénierie, auxquelles personne n'avait pensé auparavant. »

Une petite question pour terminer : comment le montage des blocs de polyuréthane combinés aux plaques en aluminium est-il réalisé ? Siemens colle les pièces d'appui de longueur et de hauteur différentes sur la plate-forme de base, à des écarts clairement définis, perpendiculairement à l'axe longitudinal du wagon. La plaque d'aluminium est vissée au plancher en contreplaqué. Ainsi, les élastomères peuvent développer leur plein effet et absorber les vibrations et le bruit.

**Une plaque d'aluminium est collée sur les blocs de polyuréthane. La liaison adhésive est aussi importante pour la sécurité que l'élastomère.**



Certificat Fraunhofer classe A 2 comme spécifié dans la norme DIN 6701-2.



## **Réduire le Total Cost of Ownership des réseaux ferroviaires**

Des cheminots prudents posent des semelles élastiques sur la face inférieure des traverses en béton, qui protègent la superstructure de voie : les semelles de traverses réduisent l'usure et l'entretien de manière significative. Les voies tiennent plus longtemps, et les frais d'entretien sont beaucoup moins élevés à l'échelle de leur durée de vie. Depuis mi-février 2016, la nouvelle norme européenne EN 16730 réglemente de manière nouvelle la procédure de vérification pour les semelles de traverses. Les semelles des traverses ECOVIB® USP de Angst+Pfister sont contrôlées en fonction de cette nouvelle norme et validées.

Avec chaque train qui passe sur la voie ou sur les lames d'aiguillage, le ballast se trouvant en-dessous est soumis à une charge dynamique et se déplace. Les pierres du ballast frottent les unes contre les autres et s'usent rapidement. On doit alors rajouter du ballast pour que la voie ne se décale pas avec le temps. Les semelles de traverses empêchent cela. En effet, elles agrandissent la zone de contact entre les traverses et le ballast et le stabilisent. Le ballast rencontre moins de pression et de frottements, la structure de la voie et la voie elle-même sont protégées. Sa durée de vie grimpe en flèche, les fréquences d'entretien et de réparation diminuent, le Total Cost of Ownership baisse. Parallèlement, les semelles de traverses réduisent également le bruit et augmentent le confort de route.

### Amorti en deux à trois ans

Les semelles de traverses ECOVIB® USP de Angst + Pfister – l'abréviation USP signifie « Under Sleeper Pads » – sont constituées d'une couche d'EVA de grande qualité combinée à un revêtement de feutre géotextile. Elles ont une durée de vie de 35 ans minimum et sont 100% recyclables. Elles élèvent la surface de contact du ballast de 5 à 35% et font baisser la pression de surface à 25%. Cela réduit les efforts pour empêcher l'affaissement des voies au facteur 4. Les frais d'entretien se réduisent ainsi au facteur deux à trois et les frais engagés pour le semelage sont totalement amortis en deux à trois ans.

### Test positifs – quelles est la suite ?

Jusqu'à maintenant, les semelles de traverses ECOVIB® USP sont principalement utilisées sur les lignes ferroviaires en Allemagne, France, Autriche, Hongrie, Suède, Pays-Bas, Espagne et en Suisse. La Deutsche Bahn (chemins de fer allemands) et la SNCF les ont intégralement certifiées. D'autres pays ont rejoint la certification DB BN 918145-1 de la Deutsche Bahn ou la certification CT IGEV 016 des Chemins de fer Français. La norme européenne EN 16730, entrée en vigueur le 16 février 2016, règlemente la procédure de vérification, les configurations d'essai et les critères d'éligibilité en tenant compte de la classification des voies. Les



Semelles sous traverse ECOVIB® USP : la méthode spéciale de liaison par adhérence.

pays européens se basent là-dessus pour définir leurs exigences spécifiques. En d'autres termes, cela signifie que chaque pays vérifie les semelles de traverses et les valide pour le domaine d'application correspondant. Bien entendu, Angst + Pfister prend en charge ce coût non négligeable. Après le lancement de l'homologation dans plusieurs pays, les premiers résultats (uniquement positifs) apparaissent en France, Italie, Belgique, Autriche et en Allemagne. Comme dans bientôt d'autres pays européens, les semelles de traverses ECOVIB® USP peuvent être utilisées.

### ECOVIB® USP recouvre tout

La nouvelle norme européenne distingue quatre classes de voies: deux classes pour le trafic régional, avec chacune des différentes classes de charges maximales par essieu et de vitesses limites, une classe pour les trains généraux et les rayons de braquage importants ainsi qu'une classe pour les trains de marchandises avec une charge par essieu allant jusqu'à 300 kN et une vitesse allant jusqu'à 200 km/h. Les semelles des traverses ECOVIB® USP de Angst + Pfister sont disponibles en trois modèles différents. Avec leurs propriétés mécaniques ou élastiques spécifiques, elles sont utilisables pour chacune des quatre classes de voies ferrées : ECOVIB® USP APYP 5575-7 est dur, 2128-10 moyen et 1322-10 est mou ou hautement élastique. Les trois modèles recouvrent un maximum du



Les semelles sous traverse sont découpées en fonction de la forme des traverses.

domaine d'application possible avec un module de rigidité du terrain dynamique ( $C_{dyn}$ ) situé entre 0,13 et 0,95 N/mm<sup>3</sup>:

- ECOVIB® USP APYP 5575-7  
Type « hard »  
pour  $C_{dyn}$  0,55–0,95 N/mm<sup>3</sup>
- ECOVIB® USP APYP 2128-10  
Type « medium »  
pour  $C_{dyn}$  0,21–0,29 N/mm<sup>3</sup>
- ECOVIB® USP APYP 1322-10  
Type « soft »  
pour  $C_{dyn}$  0,13–0,22 N/mm<sup>3</sup>


Les semelles de traverses sont estampées dans la forme optimale en fonction du plan des traverses en béton.

### Étanchéité brevetée

Les fibres font toute la différence : dans les semelles de traverses ECOVIB® USP de Angst + Pfister, un tissu géotextile a été intégré sur l'un des côtés. Si l'on pose la semelle sur le béton encore humide, alors les fibres enchevêtrées s'enfoncent dedans. La force de succion de l'eau contenue dans le béton frais absorbe même les fibres. La prise et le séchage du béton créent un joint étanche entre la traverse en béton et la semelle de traverse. À présent, la semelle est mécaniquement liée au béton de manière fiable. La liaison extrêmement solide supporte des charges de 1,0 N/mm<sup>2</sup> et plus. Cette innovation est brevetée à l'échelle européenne et est ainsi unique en son genre et ne peut être copiée.



conforme à la norme  
EU Standard EN 16730



**Les principaux constructeurs de train ont une très bonne raison de concevoir leurs rames en utilisant les systèmes de tuyaux flexibles entièrement métalliques ASSIWELL® !** La technologie avancée de Angst + Pfister se conforme facilement aux exigences les plus rigoureuses. L'exploitation fiable des locomotives est la préoccupation principale, que ce soit pendant l'hiver en Norvège ou l'été en Italie.

Les tuyaux flexibles entièrement métalliques ASSIWELL® sont principalement utilisés pour le refroidissement des convertisseurs de courants et des transformateurs. Dans les deux cas, il est nécessaire de dissiper la chaleur produite. Angst + Pfister équipe les trains avec des systèmes de refroidissement de haute qualité qui sont conçus individuellement pour assurer la circulation entre le refroidisseur et le convertisseur de courant ou le transformateur. Ces systèmes sont caractérisés par leurs nombreux raccordements et leurs faibles rayons de courbure. Les systèmes de tuyaux flexibles métalliques ASSIWELL® sont disponibles dans toute une plage de diamètres nominaux très faibles à très importants et offrent une flexibilité extrême ainsi que de faibles rayons de courbure, quelle que soit leur taille.

#### **Spectre de température exceptionnellement large, durée de vie très importante**

Les trains, ou en d'autres termes leurs composants, doivent pouvoir supporter une

plage de température allant de  $-40$  à  $+80$  °C pendant une période d'exploitation de 40 ans. La plage de température pour l'utilisation des systèmes de tuyaux flexibles entièrement métalliques ASSIWELL® est bien plus importante que ce qui est demandé par les caractéristiques techniques et, par conséquent, la variation de température au cours du fonctionnement normal sur les voies ne constitue donc pas une contrainte importante. Il en est de même pour l'exigence d'un service fiable pendant 40 ans. L'ozone et les conditions météorologiques n'ont que peu d'effet sur les systèmes de tuyaux flexibles entièrement métalliques.

#### **Étanchéité parfaite**

Les températures et les conditions météorologiques affectent les matériaux, mais il existe également une contrainte importante due aux vibrations permanentes et aux mouvements sur les voies. Angst + Pfister bénéficie d'une longue expérience qui lui permet de déterminer la

meilleure combinaison de tuyaux métalliques, flexibles métalliques et raccords. Le système de tuyaux flexibles qui en résulte n'est pas seulement durable et flexible, il est également parfaitement étanche.

#### **Principaux avantages par rapport aux solutions universelles**

Les systèmes de refroidissement sont souvent conçus à l'aide de tuyaux flexibles en élastomère. En termes de résistance au

vieillessement, ce matériau offre toutefois des performances largement inférieures à celles du métal. Au cours du temps, il devient poreux, ce qui entraîne de petites fuites. Si une fuite n'est pas détectée et que le refroidissement n'est plus adapté, les conséquences peuvent être

catastrophiques. Les tuyaux métalliques rigides peuvent avoir une grande longévité et être étanches, mais n'offrent virtuellement

**Les tuyaux flexibles métalliques de Angst + Pfister sont non seulement résistants à la température et au vieillissement, mais également flexibles et étanches à la diffusion.**



Les collaborateurs hautement qualifiés de Angst + Pfister assurent le soudage précis et parfait des tuyaux flexibles entièrement métalliques.

aucune tolérance. En outre, leur installation individuelle est complexe et onéreuse. Les tuyaux métalliques rigides contribuent à alourdir beaucoup plus la charge sur les voies que la solution ASSIWELL®. Dans le domaine du transport par rail, un poids plus important va de pair avec une consommation énergétique plus importante, ce qui entraîne des coûts de fonctionnement plus élevés.

#### Protection contre l'incendie conforme à la norme DIN EN 45 545

Les véhicules ferroviaires sont soumis à des lois très strictes en ce qui concerne la protection contre l'incendie. Si un train circule sur une voie comportant de nombreux tunnels ou des tunnels de grande longueur, les exigences sont encore plus strictes. Les tuyaux flexibles entièrement métalliques ASSIWELL® réalisés en acier inoxydable sont incombustibles et, par conséquent, idéaux pour remplir les exigences en matière d'inflammabilité des matériaux des composants.

#### Un partenaire stratégique, plutôt qu'un simple fournisseur

Les projets à long terme impliquant une spécificité élevée et un investissement important nécessitent de faire appel à des partenaires sur le long terme. Ces caractéristiques de projet s'appliquent à la construction de véhicules ferroviaires : il faut plusieurs années pour passer de la commande à la livraison de trains complets et la construction de chaque modèle se caractérise par des exigences et des conditions spécifiques. Angst + Pfister offre à ses clients une source d'ingénierie, de production et de logistique unique. Le service commence par la conception personnalisée d'un tuyau flexible métallique adapté au problème à résoudre. Des experts de Angst + Pfister en technologie des fluides, des ingénieurs orientés vers les applications ayant une vaste expérience avec un recul de nombreuses années, conseillent et assistent les clients tout au long de l'ensemble de la phase de développement, souvent directement sur site. Après un prototype en 3D, les experts ASSIWELL® peuvent élaborer directement le tuyau flexible dans le modèle virtuel du client. Les modifications et les ajustements peuvent être pris en compte rapidement. Les systèmes de tuyaux flexibles métalliques sont fabriqués à Embrach, dans les ateliers de Angst + Pfister. Une attention particulière par rapport aux exigences individuelles du client en matière de logistique fait partie du service. Lorsque tous ces éléments sont fournis par une source unique, fiable et compétente, il s'agit d'un réel partenariat stratégique.

#### Angst + Pfister est l'un des principaux fabricants de systèmes de tuyaux flexibles métalliques

Fabriqués et soudés avec perfection, les tuyaux flexibles et les raccords de connexion exigent une précision de production maxi-



Tuyau flexible ASSIWELL® : gainé de métal.

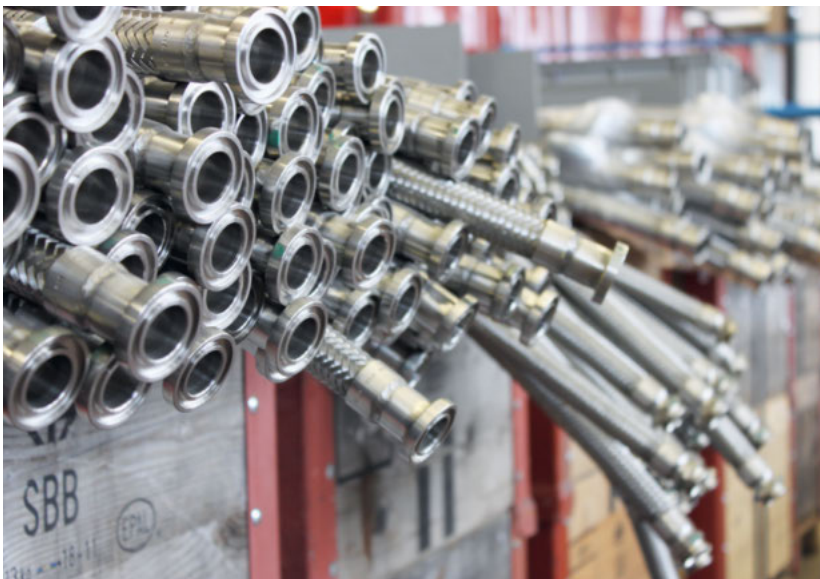
male, car seules des pièces parfaitement ajustées peuvent être soudées de manière parfaite, ce qui évite les contraintes intrinsèques dans les matériaux. À Embrach, dans les ateliers de Angst + Pfister, 20 personnes hautement qualifiées soudent à la perfection des tuyaux flexibles entièrement métalliques sur leurs pièces de connexion. Les systèmes de tuyaux flexibles entièrement métalliques ASSIWELL® sont toujours d'une haute qualité impressionnante, quelle que soit l'utilisation pour laquelle ils sont prévus, que ce soit pour une production rapide et ponctuelle de prototypes ou pour une production automatisée de volumes importants. En outre, la qualité est garantie : Angst + Pfister est certifié selon le niveau le plus élevé de la norme DIN EN 15085-2 CL1 relative au soudage des véhicules ferroviaires.

#### Produits et services à valeur ajoutée

Les systèmes de tuyaux flexibles entièrement métalliques ASSIWELL® sont associés à une étanchéité fiable, c'est-à-dire une fiabilité de fonctionnement et à une durabilité. Comme ils comportent moins de composants de connexion que d'autres solutions, le temps d'installation et les coûts sont réduits. Cependant, avec les solutions de Angst + Pfister, vous faites non seulement des économies sur les coûts d'achat et d'installation, mais également sur la réduction des coûts du cycle de vie. Cela, en raison d'un poids réduit qui entraîne une moindre consommation d'énergie d'une part, et une résistance extrêmement élevée au vieillissement du produit, d'autre part. Angst + Pfister a également des objectifs élevés en matière de qualité. Les clients apprécient les nombreuses années d'expérience et de fiabilité, les conseils et l'assistance sur site pendant le processus de construction (notamment la modélisation et le prototype 3D). Au cours de la phase de production, la vitesse et l'adaptabilité sont des éléments essentiels qu'offre Angst + Pfister à ses clients. Angst + Pfister collaborant avec les principaux fabricants de véhicules ferroviaires : cela constitue à présent une expertise fructueuse et mutuellement enrichissante !

## Nouvelles applications pour les tuyaux flexibles à double paroi

Les tuyaux flexibles à double paroi peuvent transporter deux produits différents. Dans certaines applications, la double paroi permet une meilleure sécurité. Toutefois, les tuyaux flexibles à double paroi peuvent également être onéreux. Ce n'est pas forcément une fatalité. Angst+Pfister a optimisé la fabrication de son tuyau flexible ondulé entièrement métallique à double paroi ASSIWELL®. Cela a permis de réduire les coûts et d'ouvrir de nouveaux champs d'application.



**Tuyaux flexibles à double paroi : structure désormais encore plus compacte, mais qualité identique.**

Ingénieuse idée d'utiliser un tuyau flexible unique pour transporter deux produits. Cela permet d'économiser de l'espace et du poids. Le tuyau flexible à double paroi a déjà largement fait ses preuves dans d'autres domaines. Par exemple, dans les endroits où fonctionne un moteur à combustion, la chaleur est importante. Par conséquent, il est préférable de transporter le fluide combustible (carburant ou huile) dans un tuyau flexible à double paroi. Cela minimise le risque d'incendie, car le tuyau flexible intérieur rempli du produit combustible est doublement protégé.

Tous ces avantages sont déjà bien connus des concepteurs de véhicules ferroviaires : les tuyaux flexibles ASSIWELL® à double paroi de Angst+Pfister sont utilisés depuis plus de 20 ans et ont la réputation d'être fiables et extrêmement durables. Utilisés dans les locomotives et autres véhicules ferroviaires, ils ont couvert des distances équivalant à

plusieurs millions de fois la circonférence de la Terre.

### **Avec ou sans protection contre le frottement, espace de séparation sélectionnable**

Les ingénieurs de Angst+Pfister installent des systèmes de tuyaux flexibles complets réalisés sur mesure en fonction des exigences précises et des besoins des clients, et effectuent également tous les tests de systèmes obligatoires. Si cela est requis par l'application, les ingénieurs proposent une protection contre le frottement sous la forme d'une couche en fibre de verre tressée ou d'une couche de PPS résistant à la chaleur entre les deux parois des flexibles ASSIWELL®, ce qui les empêche de se frotter ou de se cogner. Cela est recommandé tout particulièrement

en cas de vibrations importantes. Une autre option consiste à utiliser deux couches de fibre de verre tressée englobant la tresse métallique. Le choix de la distance entre les tuyaux flexibles extérieur et intérieur est déterminé par la fonction finale du tuyau flexible à double paroi. Si l'espace neutre est destiné uniquement à la surveillance pour détecter immédiatement une fuite éventuelle du tuyau flexible intérieur, cet espace doit être minimal.

### **Structure plus compacte, qualité identique**

Le tuyau flexible à double paroi peut réaliser un grand nombre de fonctions et, dans le domaine spécifique des véhicules ferroviaires, celles-ci sont à présent de plus en plus nombreuses : Angst+Pfister a rendu ses tuyaux flexibles en acier inoxydable ASSIWELL® plus compacts, tout en optimisant la production. En termes de qualité, le tuyau flexible conserve toutes ses caractéristiques : il est conforme à la norme EN 15085-2, qui régit le soudage des composants de véhicules ferroviaires, ainsi qu'aux normes ASME de l'American Society of Mechanical Engineers.

Au Global Logistics Center, situé à proximité du siège social à Zurich, des soudeurs agréés travaillent en partie manuellement et en partie sur des stations de soudage mécanisées. Leurs procédures standards impliquent une vérification de chaque tube flexible terminé, en incluant les vannes et la réalisation d'un test d'étanchéité du joint dans l'eau sous 5 bar. Un test de fuite à l'hélium et des tests de pression font également partie du service. Cela garantit que le client reçoit un produit de haute qualité qui satisfait à toutes ses exigences en termes de qualité, de normes de sécurité et de rationalisation des coûts.

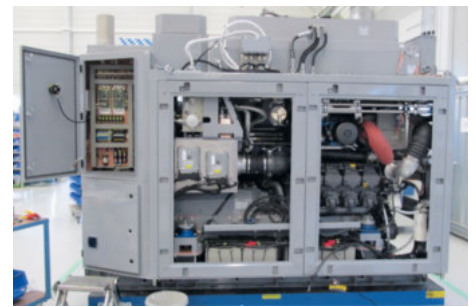
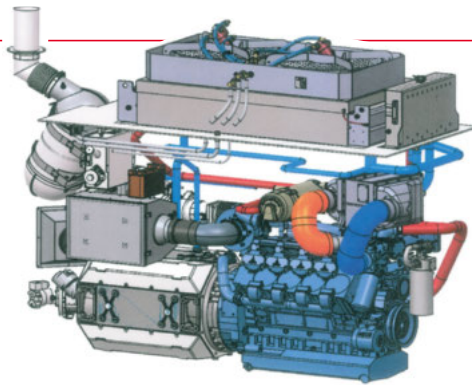
## Un partenaire de développement pour tous les composants de la technologie des fluides

Pour le développement de son nouveau générateur, JENOPTIK a fait appel à Angst + Pfister comme partenaire pour construire et conceptualiser la solution la mieux adaptée.

Il a suffi d'un jour de développement sur le site du client, de réunir deux ingénieurs de chez Angst + Pfister, deux concepteurs et le gestionnaire de projet de JENOPTIK pour entamer une collaboration fructueuse. En tant que partenaire de développement expérimenté dans l'industrie ferroviaire, Angst + Pfister a pu proposer des tuyaux flexibles avec leur configuration et leur acheminement optimal. Grâce à une étroite collaboration avec le client, Angst + Pfister a pu proposer rapidement la solution la plus adaptée, c'est-à-dire des tuyaux flexibles entièrement métalliques ASSIWELL®, des tuyaux en matière EPDM, de tuyaux en silicone pour turbocompresseur et des tuyaux pour circuits hydrauliques.

Les exigences du client étaient les suivantes : un partenaire de développement et un fournisseur capable d'organiser tous les composants de la technologie des fluides, une phase de développement restreinte, une qualité optimale des composants assemblés et soudés avec des temps de production extrêmement courts et des délais très serrés. Angst + Pfister a relevé ce défi avec beaucoup d'enthousiasme : compétence, fiabilité et temps de réponse rapides font de Angst + Pfister un partenaire idéal pour le développement, la production et la logistique.

Défi le plus important : le temps ! En quatre semaines seulement, l'ingénieur de Angst + Pfister, Norman Wijeyratne, a créé des dessins d'ensemble en 3D, ainsi que tous les plans d'exécution comportant l'ensemble



Du dessin de principe en passant par le prototype pour aller jusqu'au groupe électrogène fini : Angst + Pfister s'occupe de la conception et de la production de tous les composants de technique des fluides.

des informations détaillées relatives aux dimensions. Entre Noël et le jour de l'an, des collaborateurs engagés ont produit des tuyaux flexibles métalliques ASSIWELL®, des tuyaux moulés en silicone et des conduites hydrauliques. « En collaboration étroite avec les concepteurs de JENOPTIK et soumis à une contrainte de temps considérable, nous avons développé tous les composants de la technologie des fluides. Tout en respectant un délai de livraison extrêmement court, la qualité était excellente. Nous avons ainsi

prouvé que nous étions un partenaire d'ingénierie, un producteur de produits de très haute qualité et un partenaire de fabrication tout particulièrement flexible », déclare Manfred Artinger, directeur du département de la technologie des fluides de Angst + Pfister Allemagne.

**Cadre d'étanchéité pour les locomotives suisses** En Suisse, tout le monde les connaît : cela fait 20 ans que les locomotives Re 460 des CFF (Chemins de Fer Fédéraux) sont en service. Elles sont à présent en cours de modernisation afin de prolonger leur exploitation pour une nouvelle période de 20 ans. Les filtres de toiture sont concernés par cette phase de maintenance. Angst+Pfister a pour cela développé un cadre d'étanchéité qui permet d'accélérer le montage. Ce cadre d'étanchéité est conforme à la norme européenne EN 45 545 relative à la protection contre les incendies dans les véhicules ferroviaires.

La superficie du pays est relativement modeste, mais son réseau ferroviaire est très développé. Selon les calculs des CFF, les 119 locomotives de type Re 460 parcourent chaque jour une distance équivalente à 2,5 fois la circonférence de la Terre. La locomotive rouge vif, communément appelée Lok 2000 en Suisse, fait désormais partie du paysage suisse et cela va continuer. Toutes les locomotives vont subir une révision complète et une modernisation sur le site industriel des CFF à Yverdon-les-Bains. Dès le printemps 2017, la première locomotive modernisée sera à nouveau opérationnelle. Flambant neuve, elle offrira également une meilleure performance énergétique.

### Assemblage complexe ? Une notion dépassée !

Le programme de modernisation prévoit également un aménagement des grilles de filtres latérales situées sur le toit. Jusqu'à présent, leur installation s'effectuait par pression contre un profil de serrage, constitué d'une part d'un profil en PVC avec armature métallique et d'autre part d'une section en mousse pour assurer l'étanchéité. La fixation de ce dernier résultait alors d'un processus complexe aux ateliers CFF d'Yverdon-les-Bains: un technicien devait en effet couper précisément le profil aux longueurs définies puis monter les 4 profils ainsi obtenus sur le cadre de fixation. Il fallait ensuite procéder à un collage dans les 4 coins du cadre ainsi formé afin de garantir l'étanchéité au niveau des filtres de toiture. Le technicien devait alors attendre que le collage soit suffisamment résistant pour enfin visser le cadre de filtre.

Tout cela appartient désormais au passé. Sébastien Gaillard, Product Application En-

gineer chez Angst+Pfister et spécialisé dans la technologie de l'étanchéité, a développé un profil sur mesure pouvant être livré à Yverdon-les-Bains sous forme de cadre d'étanchéité prêt à l'emploi. Le technicien travaillant sur l'assemblage n'a plus besoin de mesurer, couper ou coller quoi que ce soit et aucune attente n'est nécessaire. Il lui suffit d'insérer le cadre d'étanchéité pour pouvoir ensuite visser directement le filtre de toiture. Terminé !

### Un design réfléchi est le résultat d'un savoir-faire en ingénierie

Bien évidemment, la solution en tant que cadre d'étanchéité doit rester flexible pour pouvoir être insérée correctement. Sébastien Gaillard a donc décidé de se passer de l'insert métallique. Il a alors compensé la perte de rigidité induite en élargissant le profil actuel et a remplacé la lèvre d'étanchéité unique par une combinaison de deux lèvres. Cela permettra de garantir un bon maintien du profil sur le cadre métallique.

L'utilisation de cellulaire (mousse) n'est également plus nécessaire. Le nouveau joint est réalisé dans un seul et unique mélange EPDM, conforme à la norme DIN EN 45 545. La protection contre les incendies est désormais régie par cette norme qui s'applique à l'échelle européenne. La suppression de cette matière a nécessité un nouvel aménagement du design ; la section supérieure du profil, contrairement à la section inférieure, doit en effet être hautement déformable de telle

sorte qu'une fois comprimée, elle s'intègre parfaitement dans l'espace libre prévu à cet effet.

De cette manière, le profil d'étanchéité, bien qu'il soit réalisé avec une seule et unique matière, répond à des exigences complètement différentes entre sa partie basse rigide et sa partie haute aisément déformable. Sébastien Gaillard a progressivement optimisé le design du joint puis a soumis plusieurs variantes au client. La réalisation de prototypes découpés au jet d'eau ont alors permis de valider la solution proposée.

### Avantage pour la production et retombées économiques

La suppression de l'insert métallique et de l'élastomère cellulaire offrent de nouvelles possibilités en production : le profil peut être vulcanisé à chaud et proposé sous forme de cadres d'étanchéité prêts à l'emploi. Les coins du cadre sont réalisés à l'aide d'un outillage spécial qui permet de conserver la zone creuse hautement

déformable dans la partie supérieure du profil, garantissant ainsi un comportement optimal du joint dans sa globalité.

Angst+Pfister a conçu pour la locomotive Re 460 une solution technique innovante, conforme à la nouvelle norme DIN EN 45 545 relative à la protection contre les incendies et également très intéressante sur le plan économique pour les CFF.

**« Nous avions auparavant besoin d'environ 20 minutes pour monter un joint, rapporte Florian Lantz, Chef de projet Re 460 des ateliers CFF d'Yverdon-les-Bains. Désormais, il nous faudra environ 5 minutes ! Avec 16 cadres par toiture, cela représente donc un réel gain de temps. »**





Autre collaboration entre les CFF et Angst+Pfister : les joints des rétroviseurs. Le silicone utilisé pour leur production est également certifié selon la norme Européenne DIN EN 45 545.



La toiture des locomotives doit être complètement démontée pour la révision. On y aperçoit les profils d'origine qui devaient être coupés à la bonne longueur et collés dans les coins du cadre.

Angst + Pfister a également défini le processus de production pour les isolations. Les économies surcompensent largement les dépenses de conception.



**Support du convertisseur de puissance dans un train à grande vitesse** Le jour où le train à grande vitesse EC250 de Stadler passera par le tunnel de base du St-Gothard, Angst + Pfister sera à bord. Le convertisseur de puissance d'ABB repose sur des supports antivibratoires innovateurs, situés sous le plancher de l'engin de traction. Minimales tant au niveau des dimensions qu'au niveau du poids, ils découplent le convertisseur de puissance du train de manière fiable. Le temps nécessaire à leur développement était minimal, lui aussi.

Le succès de l'ensemble d'un système dépend souvent de détails apparemment anodins. Dans un véhicule de transport ferroviaire moderne, les bruits parasites provenant de l'aération ou d'autres composants ne doivent pas parvenir jusqu'au compartiment où se trouve les passagers. C'est pourquoi de tels appareils auxiliaires sont découplés avec des supports antivibratoires à hautes performances. C'est pour cette raison que les ingénieurs d'ABB Suisse se sont adressés à Angst + Pfister. L'élément d'isolation dont ils avaient besoin pour le convertisseur de puissance devait isoler des vibrations et des bruits de manière optimale. Parallèlement, ils devaient peser le moins lourd possible et prendre peu de place. Le cahier

des charges était sans équivoques, le temps imparti de quelques semaines pour le développement l'était aussi.

#### **Veillez remplir rapidement l'ensemble des conditions**

Raphael Friedli, Senior Engineer spécialisé dans les technologies de l'anti-vibration chez Angst + Pfister, savait parfaitement que le temps allait être compté. Mais il savait également que c'était réalisable. Au premier abord, les exigences ne semblent absolument pas conciliables : sécurité anti-arrachement, fréquence de découplage, charges dynamiques (charge ou traction). Mais en règle générale

une solution qui aurait semblée inconcevable auparavant se présente finalement. La coopération entre l'ingénierie de Angst + Pfister à Zurich et des collègues ingénieurs de Laspar Angst + Pfister à Bursa en Turquie, et la simulation numérique et l'analyse des éléments

finis qui y a eu lieu mènent au design idéal. Cela permet souvent d'économiser des coûts de production en premier lieu. Même cas pour ABB : la méthode des éléments finis a réduit la phase de co-design et

a permis l'élaboration d'un support antivibratoire taillé sur mesure.

**Les connaissances empiriques et la simulation numérique font émerger des solutions que l'on ne pouvait guère s'imaginer auparavant.**



créé par les ingénieurs de Angst + Pfister, permet de réduire les coûts de production unitaire de manière significative. Le matériau de constitution, dont la structure a également été optimisée, nécessite moins de matière, est plus léger et prend moins de place – des arguments qui ont tous une grande importance dans le domaine de la construction ferroviaire. Les supports métalliques sont protégés de la corrosion par un revêtement spécial.

### Ingénierie et fabrication travaillent main dans la main

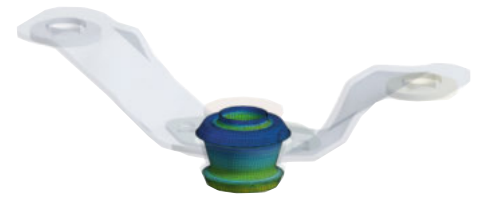
ABB peut directement confier la fabrication du support en élastomère et du support métallique à Angst+Pfister. L'ingénierie et la production travaillent main dans la main chez Laspar Angst+Pfister, à Bursa. Ce n'est que de cette manière que les modèles de la série-pilote ont pu être livrés à temps.

Les trains à grande vitesse EC250 de Stadler Rail (les Chemins de Fer Fédéraux suisses les appellent « Giruno ») rouleront à près de 250 km/h entre Francfort et Milan à travers le tunnel ferroviaire le plus long du monde, le tunnel de base du St-Gothard. À petite comme à grande échelle, l'art de l'ingénierie rendra l'expérience de voyage possible.

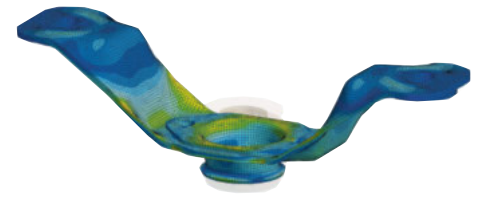
Pieds, isolateurs et supports APSOVib® sont conformes à la norme européenne EU Standard 45 545 relative aux véhicules ferroviaires.

### Le support métallique qui permet de réduire l'espace occupé, le poids et les coûts

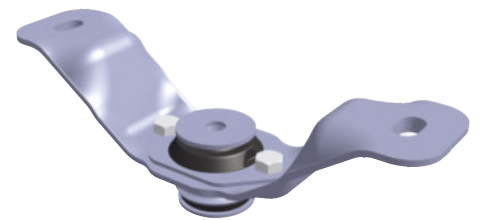
Le convertisseur de puissance ou plus particulièrement ses douze supports en fonte reposent directement sur douze supports antivibratoires. Ceux-ci sont pour leur part vissés au bas de caisse du châssis du véhicule grâce à des supports métalliques. La géométrie de ces supports de fixation et leur procédé de production ont également été analysés par simulation numérique. Ceux-ci ne sont pas fabriqués par un procédé de coulée, comme à l'ordinaire, mais par emboutissage. Ce changement du procédé de production,



La conception des isolateurs de vibration sur lesquels repose le convertisseur de courant, ...



... et la conception des étriers métalliques avec lesquels ceux-ci sont vissés sur le dessous de caisse,



ont résulté d'une simulation numérique. Le composant, dont la structure a également été optimisée, consomme moins de matériau et est moins encombrant.



Entre le convertisseur de courant et le dessous de caisse, il y a douze points de fixation.

## APSOPUR® : un service complet de très haute performance

APSOPUR®, l'isolation antivibratoire de Angst + Pfister conquiert le Sud. À Locarno, en Suisse italophone, la productivité ne fut pas le seul élément déterminant. Les tapis en mousse de polyuréthane sont certes faciles à poser mais c'est le service complet proposé par Angst + Pfister que les clients ont reconnu comme étant l'avantage compétitif décisif.



Un immeuble collectif est construit directement au-dessus d'un tunnel ferroviaire. Le bâtiment bénéficie d'un support élastique, afin que les vibrations des trains ne soient pas transmises.

Le temps semble s'être arrêté, le train avance. Forêts, vignes, châtaigneraies et petits villages défilent devant la fenêtre. Le train des Centovalli est à la fois une attraction touristique et un moyen de transport utile. Il relie Locarno à Domodossola, situé à 52 kilomètres de distance, en passant par la frontière italo-suisse. Le trajet passe par 83 ponts et 34 tunnels, grim pant d'environ 200 mètres d'altitude à plus de 800 et revenant ensuite à des altitudes plus basses.

Le long de la Via Felice Bianchetti à Locarno, en revanche, on n'arrête plus ni le temps, ni la technologie. L'immeuble d'habitation nouvellement créé se situe en partie au-dessus de l'un des tunnels du train des Centovalli. Le bâtiment bénéficie d'un sup-

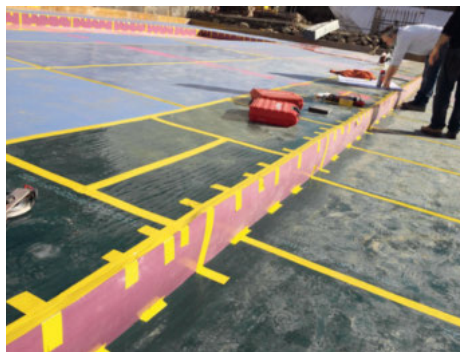
port élastique, afin que les vibrations des trains passant en-dessous ne soient pas transmises. Angst + Pfister en a discuté avec Alessandro Bonalumi, l'ingénieur en charge du projet, et a sélectionné les produits adaptés dans la large gamme APSOPUR®. Une fois de plus, une solution sur mesure parfaitement adaptée aux différentes charges statiques et dynamiques à isoler a été livrée à partir de matériaux standards.

Sur un autre projet, il y a quelques années, également à Locarno, le cabinet technique PIANIFICA Ingegneri Consulenti SA d'Alessandro Bonalumi et le maître d'ouvrage Giorgio Laudi, qui vient de la même entreprise immobilière, ont tous deux déjà travaillé avec Angst + Pfister. On se connaissait, on était au courant des exigences de qualité élevées que toutes les parties concernées ont vis-à-vis des produits et de l'exécu-

tion. Alessandro Bonalumi précise : « L'isolation passive des bâtiments est exigeante. Une fois posée, elle ne peut plus être corrigée après-coup. Les erreurs ou défauts sont donc tout simplement inconcevables. » Le travail en collaboration avec un physicien du bâtiment expérimenté est ainsi tout aussi important, selon Alessandro Bonalumi. Il a donc contacté Armin Ziegler, ingénieur spécialisé dans l'isolation antivibratoire des bâtiments.

### Les spécialistes de l'antivibration restent en charge du projet

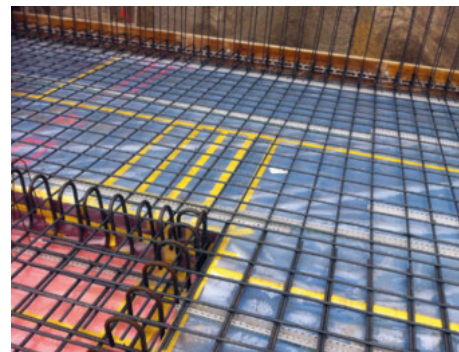
La mesure des charges, des vibrations prévisionnelles et leur analyse ont posé les bases permettant le calcul de l'isolation antivibratoire et acoustique. L'évaluation des diffé-



Angst+Pfister instruit les ouvriers, afin qu'ils puissent installer eux-mêmes les plaques.



En fonction de la compression, on pose la plaque d'isolation APSOPUR® appropriée.



Couvrir de film plastique, ensuite armer et bétonner. C'est aussi simple que ça.



rentes solutions envisageables qui a suivi a permis à la gamme APSOPUR®, développée par Angst+Pfister, de se distinguer. Cette gamme allie des propriétés typiquement suisses telles que l'exactitude, la fiabilité et l'efficacité. Les spécialistes de l'antivibration de Angst+Pfister ont avec le produit APSOPUR® la possibilité de s'adapter à toutes les situations de pressions de surface changeantes. Sur le chantier même, Angst+Pfister a bien évidemment tenu sa promesse de former les ouvriers à la pose de la couche d'isolation. Cette formation a permis à l'entreprise de construction de réaliser elle-même les travaux. La pose des tapis d'isolation APSOPUR® sur les fondations en béton n'est pas compliquée pour autant que tout le monde travaille proprement et avec exactitude. Il était tout aussi évident pour Angst+Pfister d'effectuer un contrôle final

du plancher flottant, avant qu'il ne soit recouvert d'une couche protectrice de plastique puis d'une armature destinée au sol en béton.

Malgré la grande fiabilité de APSOPUR® et de Angst+Pfister, un peu de suspense subsistait lorsque le gros œuvre de l'immeuble d'habitation a été terminé. Quels résultats seront obtenus ? Armin Ziegler a installé ses appareils de haute précision à six points de mesure définis au préalable, à savoir au premier étage et sur les fondations du bâtiment. Cinq appareils ont mesuré les vibrations pour un total de 26 passages de train et un appareil a mesuré le bruit de structure qui peut émaner des vibrations.

### Un très bon résultat de mesure

Bilan du spécialiste externe et indépendant de l'antivibration : « Le support élastique du bâtiment peut être qualifié de succès total. » Les niveaux de bruit de structure et de vibration qu'il a obtenus se situent bien en-dessous des niveaux qui sont pris en compte dans toute la Suisse. Bien que la couverture du tunnel ne fasse même pas cinq mètres, les vibrations ne devraient être perçues que de manière atténuée, et le bruit de structure ne devrait presque pas se faire sentir. Les valeurs sont corrigées pour prendre en compte le mobilier manquant. La pose ultérieure des portes et des planchers les auront encore davantage faites baisser. « La solution est convaincante », déclare Alessandro Bonalumi. L'immeuble d'habitation le long de la Via Felice Bianchetti à Locarno est entre-temps terminé et habité.

# Certificats de protection anti-incendie EN 45 545 sur les produits Angst + Pfister


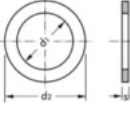



© Photo : www.foto123.com

## Technologie de l'antivibration APSOvib®

Type de pièce	Matériau	Dureté ShA +/-5	EN 45 545
Éléments antivibration pour les bogies (ressorts de couche, tampons, plots élastiques, butées)	NR	50 ShA	R24 : HL2
	NR(BR)	70 ShA	R24 : HL3
Supports de plancher	CR	45 ShA	R10 : HL2
	CR	49 ShA	R9 : HL3, R10 : HL3
	CR	70 ShA	R9 : HL3, R10 : HL3
	EPDM	46 ShA	R10 : HL3
Supports de plancher – coussinet métallique	Coussinet métallique		> HL3
Supports de plancher – métal – PUR	APSOPUR® L55 (12,5 mm)		R10 : HL3

## Technologie de l'étanchéité APSOseal®

Type de pièce		Technologie de production	Matériau	Type	Dureté ShA +/-5 (Densité g/cm <sup>3</sup> )	EN 45 545
Pièces moulées, joints plats moulés, joints toriques		Compression	EPDM	Compact	70 ShA	R22 : HL3, R23 : HL3
			VMQ	Compact	40 ShA	R22 : HL3, R23 : HL3
			VMQ	Compact	70 ShA	R22 : HL2, R23 : HL3
Joints plats		Poinçonnage	EPDM	Compact	70 ShA	R22 : HL3, R23 : HL3
			VMQ	Mousse	(0,16 g/cm <sup>3</sup> )	R22 : HL3, R23 : HL3
			VMQ	Mousse	(0,208 g/cm <sup>3</sup> )	R22 : HL2, R23 : HL2
			VMQ	Mousse	(0,35 g/cm <sup>3</sup> )	R22 : HL3, R23 : HL3
			VMQ	Mousse	(0,43 g/cm <sup>3</sup> )	R22 : HL3, R23 : HL3
			CR	Mousse – alvéoles fermées	(0,195 g/cm <sup>3</sup> )	R24 : HL3
Profilés en élastomère		Extrusion	EPDM	Compact	50 ShA	R22 : HL2, R23 : HL2, R24 : HL2
			EPDM	Compact	60 ShA	R22 : HL3, R23 : HL3, R24 : HL3
			EPDM	Compact	65 ShA	R22 : HL3, R23 : HL3
			EPDM	Compact	70 ShA	R22 : HL3, R23 : HL3
			EPDM	Compact	75 ShA	R22 : HL3, R23 : HL3
			EPDM	Compact	77 ShA	R22 : HL3, R23 : HL3
			EPDM	Mousse	(0,8 g/cm <sup>3</sup> )	R22 : HL2, R23 : HL2
			EPDM	Mousse – alvéoles ouvertes et fermées	(0,8 g/cm <sup>3</sup> )	R22 : HL2, R23 : HL2
			VMQ	Compact	40 ShA	R22 : HL3, R23 : HL3
			VMQ	Compact	50 ShA	R22 : HL3, R23 : HL3
			VMQ	Compact	60 ShA	R22 : HL3, R23 : HL3
			VMQ	Compact	70 ShA	R22 : HL3, R23 : HL3
			VMQ	Mousse – alvéoles fermées	(0,35 g/cm <sup>3</sup> )	R22 : HL3, R23 : HL3
			VMQ	Mousse – alvéoles fermées	(0,55 g/cm <sup>3</sup> )	R22 : HL3, R23 : HL3

## Technologie des fluides APSOfluid®

Type de pièce	Produit	Matériau	EN 45 545
Tuyaux industriels	Tuyau d'acheminement d'eau	EPDM	R22 : HL3 R23 : HL3
	Tuyau de protection de câbles	EPDM et NBR	R22 : HL3 R23 : HL3
	Tuyau de protection de câbles	Silicone	R22 : HL3 R23 : HL3
	Boyau d'accouplement de frein à air	CR	R22 : HL3 R23 : HL3
Tuyaux hydrauliques	Tuyau hydraulique Type 2TE	NBR/EPDM	R22 : HL3 R23 : HL3
	Tuyau hydraulique Type 1SC	NBR/EPDM	R22 : HL3 R23 : HL3
	Tuyau hydraulique Type 2SC	NBR/EPDM	R22 : HL3 R23 : HL3
	Tuyau hydraulique Type 1SN	NBR/EPDM	R22 : HL3 R23 : HL3
	Tuyau hydraulique Type 2SN	NBR/EPDM	R22 : HL3 R23 : HL3
Tuyaux flexibles métalliques	Tuyaux flexibles métalliques ASSIWELL®	Acier inoxydable	> HL3

## Technologie des matières plastiques APSOplast®

Matériau	Type	EN 45 545
UP-HLM FR	Laminage à la main Laminé fibre de verre	R1, R2, R3 : HL2
UP-GRP	Profilé d'extrusion par tirage	R1, R2, R3 : HL3 R22, R23, R24 : HL3
UP-GM 203	Rouge/blanc	R1, R2, R3 : HL2 R22, R23, R24 : HL3
EP-GC 202	Couleur naturelle (jaune/marron)	R7, R17 : HL2 R1, R2, R3, R11, R12, R22, R23, R24 : HL3
PE-UHMW FR	Noir	R7 : HL2 R10, R24, R26 : HL3
PA 66 FR	Noir	R17, R23 : HL1 R24, R26 : HL3
PA 6 FR	Blanc	R22, R23, R24, R26 : HL3
PA 6 FR	Profilé d'extrusion coloré	R22, R23, R24, R26 : HL3
PC FR transp	Transparent, ignifuge	R4 : HL3

En plus de cette vaste gamme de produits, nous sommes en mesure de vous offrir des articles spécialement adaptés à vos besoins et/ou conçus sur mesure, sur demande et à tout moment. N'hésitez pas à nous consulter !

# Groupe Angst + Pfister :

votre partenaire pour la fourniture de  
composants industriels et de solutions techniques

## Nos principaux domaines d'activité



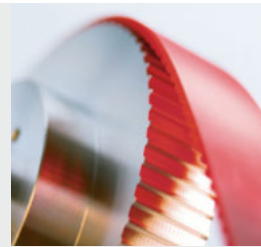
**APSOplast® Technologie  
des matières plastiques**



**APSOseal® Technologie  
de l'étanchéité**



**APSOfluid® Technologie  
des fluides**



**APSOdrive® Technologie  
de la transmission**



**APSOvib® Technologie  
de l'antivibration**

Angst + Pfister est un grand fournisseur de composants techniques et de prestations industrielles de toute première qualité. Spécialiste des matières plastiques, de l'étanchéité, de l'acheminement des fluides, de la transmission ainsi que de l'isolation

vibratoire et phonique, ce groupe au rayonnement international conjugue concepts logistiques rationnels et prestations d'ingénierie spécifiquement adaptées aux besoins du client.

La gamme de produits Angst + Pfister comprend quelque 100 000 articles standard, sans oublier une multitude d'articles spéciaux réalisés sur mesure.

### Suisse

Angst + Pfister AG  
Thurgauerstrasse 66, Postfach, CH-8052 Zürich  
Téléphone +41 (0)44 306 61 11  
Fax +41 (0)44 302 18 71  
[www.angst-pfister.com](http://www.angst-pfister.com), [ch@angst-pfister.com](mailto:ch@angst-pfister.com)

Angst + Pfister SA  
Chemin de la Papeterie 1, CH-1290 Versoix  
Téléphone +41 (0)22 979 28 00  
Fax +41 (0)22 979 28 78  
[www.angst-pfister.com](http://www.angst-pfister.com), [ch@angst-pfister.com](mailto:ch@angst-pfister.com)

### France

Angst + Pfister SA  
Immeuble DELTAPARC  
93 avenue des Nations, FR-93420 Villepinte  
Téléphone +33 (0)1 48 63 20 80  
Fax +33 (0)1 48 63 26 90  
[www.angst-pfister.com](http://www.angst-pfister.com), [fr@angst-pfister.com](mailto:fr@angst-pfister.com)

### Allemagne

Angst + Pfister GmbH  
Schulze-Delitzsch-Strasse 38, DE-70565 Stuttgart  
Téléphone +49 (0)711 48 999 2-0  
Fax +49 (0)711 48 999 2-2569  
[www.angst-pfister.com](http://www.angst-pfister.com), [de@angst-pfister.com](mailto:de@angst-pfister.com)

### Autriche

Angst + Pfister Ges.m.b.H.  
Floridsdorfer Hauptstrasse 1/E, AT-1210 Wien  
Téléphone +43 (0)1 258 46 01-0  
Fax +43 (0)1 258 46 01-98  
[www.angst-pfister.com](http://www.angst-pfister.com), [at@angst-pfister.com](mailto:at@angst-pfister.com)

### Italie

Angst + Pfister S.p.A.  
Via Montefeltro 4, IT-20156 Milano  
Téléphone +39 (0)2 8295 9700  
[www.angst-pfister.com](http://www.angst-pfister.com), [it@angst-pfister.com](mailto:it@angst-pfister.com)

### Pays-Bas

Angst + Pfister B.V.  
Boerhaavelaan 19, NL-2713 HA Zoetermeer  
Téléphone +31 (0)79 320 3700  
Fax +31 (0)79 320 3799  
[www.angst-pfister.com](http://www.angst-pfister.com), [nl@angst-pfister.com](mailto:nl@angst-pfister.com)

### Belgique

Angst + Pfister N.V. S.A.  
Bedrijventrum Waasland Industriepark-West 75  
BE-9100 Sint-Niklaas  
Téléphone +32 (0)3 778 0128  
Fax +32 (0)3 777 8398  
[www.angst-pfister.com](http://www.angst-pfister.com), [be@angst-pfister.com](mailto:be@angst-pfister.com)

### Chine

Angst + Pfister Trade (Shanghai) Co. Ltd.  
Rm 1402, West Tower, Zhong Rong Hengrui Building  
No. 560 Zhangyang Road, CN-Shanghai 200122  
Téléphone +86 21 5169 50 05  
Fax +86 21 5835 8618  
[www.angst-pfister.com](http://www.angst-pfister.com), [cn@angst-pfister.com](mailto:cn@angst-pfister.com)

### Turquie

Laspar Angst + Pfister  
Advanced Industrial Solutions A.Ş.  
Akçalar Sanayi Bölgesi Kale Cd., No: 10,  
TR-16225 Nilüfer/Bursa  
Téléphone +90 224 280 69 00  
Fax +90 224 484 25 96  
[www.lp-ap.com](http://www.lp-ap.com), [info@lp-ap.com](mailto:info@lp-ap.com)

### Polonya

Angst + Pfister Sp. z o.o.  
ul. Szypraw 17, PL-43-382 Bielsko-Biala  
Telefon +48 33 443 29 70  
Faks +48 33 443 29 71  
[www.angst-pfister.com](http://www.angst-pfister.com), [pl@angst-pfister.com](mailto:pl@angst-pfister.com)



**APSOparts®**

the Online Shop of Angst + Pfister  
[www.apsoparts.com](http://www.apsoparts.com)