

A grande vitesse à travers le cœur de l'Europe

Tunnel de base du Gothard avec la participation de Leister

La Suisse s'intègre au sein du réseau grande vitesse européen en pleine croissance grâce à la construction de la NLFA (nouvelle ligne ferroviaire alpine). La pièce maîtresse est le tunnel de base du Gothard, le tunnel ferroviaire le plus long du monde avec ses 57 km. Il se compose de deux tubes unidirectionnels. Afin d'optimiser le délai de construction et les coûts, la construction a eu lieu simultanément sur cinq sections de longueur différente. Les coûts de ce projet gigantesque sont évalués à environ 9,8 milliards de francs suisses (environ 6,5 milliards d'euros). Le délai de construction atteint 20 ans. La percée historique a eu lieu le 15 octobre 2010, l'ouverture est prévue pour l'année 2016.

Un projet tourné vers l'avenir

Les trains de voyageurs « AlpTransit » traverseront un jour le tunnel entre 200 et 250 km/h. Déjà à la vitesse actuelle de croisière de 160 km/h, le trajet entre Milan et Zurich est réduit d'une heure, passant à 2 heures 40. En plus des trains à grande vitesse connus (TGV, ICE), des trains pendulaires modernes peuvent également circuler à plus de 200 km/h sur les lignes nouvelles. 20 millions de personnes vivant à proximité de la zone d'influence de la ligne « AlpTransit » profitent de la réduction de la durée du trajet. Le projet dans son ensemble établit de nouveaux critères en matière de plani-



Etanchéité du tunnel terminée. Les revêtements sont soudés parallèlement.

fication, de logistique, de technique, d'écologie et de financement. Après la construction de la ligne à faible déclivité, moins de locomotives, de personnel et d'énergie seront nécessaires pour transporter la même quantité de marchandises. Ainsi, la voie ferrée représente une véritable alternative au trafic automobile et aérien.



Travaux de soudage au plafond avec la TWINNY S.

Une action coordonnée est nécessaire

Le creusement est réalisé avec une perceuse pour tunnel ou de manière classique, par forage et à l'explosif. Ensuite, un voile externe en béton projeté est appliqué sur les coques. Il satisfait aux exigences les plus strictes en matière de rugosité et de planéité. Une couche de drainage est montée sur le béton projeté. Elle est fixée au béton à l'aide de chevilles à scellement. L'écart précis entre les points de fixation a été calculé au cours d'essais. Pendant la même étape de travail, des rondelles de support sont fixées. Elles supporteront ultérieurement le revêtement d'étanchéité en plastique contre-collé avec un feutre spécial.

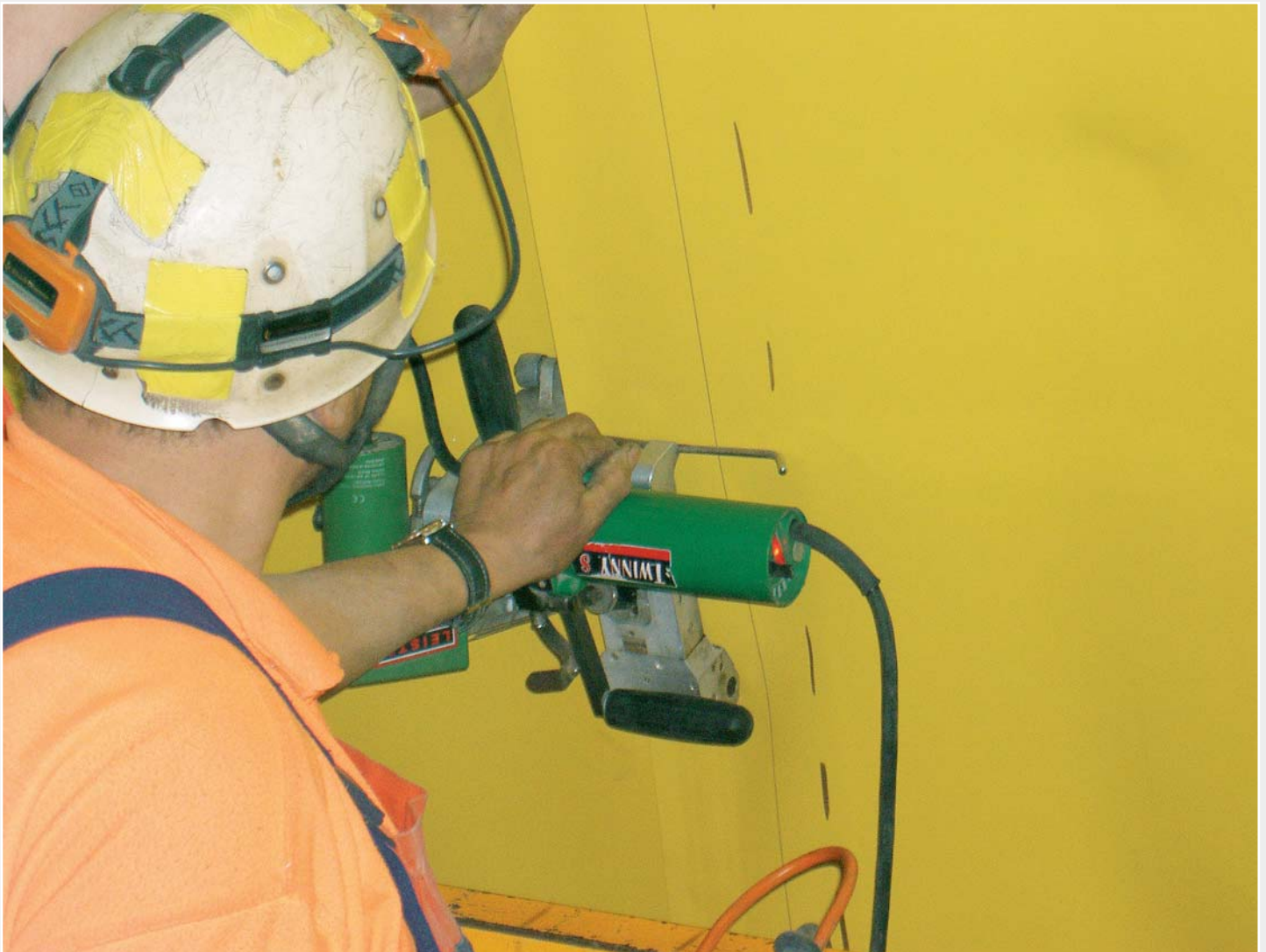
Le « ver » au cœur du tunnel

Les revêtements d'étanchéité en plastique sont soudés par un mastodonte de 2 x 250 mètres de long, appelé le « ver ». Il parcourt près de 24 mètres par jour à travers le tunnel. Dans sa partie inférieure se déroulent les conduites d'alimentation en courant, en eau et en air frais pour la perceuse pour tunnel qui se trouve à l'avant. Le trafic lié au chantier (déblais et personnel) s'effectue également sur des rails plus bas. Avec le « ver », la rugosité et la planéité du béton projeté est testée, la couche de drainage est montée, les rondelles de sup-

port sont fixées. Les revêtements d'étanchéité en plastique sont ensuite déroulés à l'aide d'un dispositif spécial et pressés contre les rondelles de support.

Soudage au plafond facilité

Les recouvrements des revêtements sont alors soudés de manière étanche et durable à l'aide de soudeuses automatiques TWINNY S de Leister. Une fois de plus, cet appareil compact à panne combinée se montre performant. Même les soudures au plafond sont ainsi possibles : la TWINNY S presse les deux revêtements l'un contre l'autre et remonte ainsi facilement et de manière sûre lors du soudage. Le soudage s'effectue pratiquement tout seul. Si nécessaire, le sens de soudage peut être corrigé sans problème et sans interruption. La force de serrage, la vitesse et la température de soudage peuvent être adaptées aux exigences spécifiques. Malgré ses faibles dimensions, des vitesses de soudage allant jusqu'à 2 m/min sont possibles avec la TWINNY S, en fonction de la force de serrage. Ceci constitue un avantage décisif pour un projet de cette envergure. L'étanchéité est le critère le plus important pour l'évaluation de la qualité de soudage. Afin de garantir une sécurité maximale, un canal de contrôle est intégré à chaque soudure par recouvrement.



La TWINNY S est guidée facilement, même pour des soudures verticales.

Les travaux de soudage épineux au niveau de l'étanchéité des semelles sont maîtrisés avec la TRIAC DRIVE légère et maniable.



Rouleau de pression « double » et buse de soudage de la TWINNY S.

Cette intégration est effectuée avec les rouleaux de pression de la TWINNY S spécialement conçus. Deux cordons de soudure parallèles de 15 mm chacun sont ainsi obtenus. La largeur du canal de contrôle créé entre les deux est de 20 mm. Un contrôle fiable de l'étanchéité à l'eau avec de l'air comprimé est rendu possible par le canal de contrôle.

Travaux dans les endroits étroits

Tel un écran, la couche d'étanchéité protège l'ouvrage des infiltrations d'eau de la montagne. Des deux côtés, des tubes de drainage collectent l'humidité évacuée. Elle est collectée dans le grand tube collecteur au centre et évacuée par les sorties du tunnel. Les profils des revêtements enrobés dans le béton des deux côtés dans la zone d'évacuation (semelle en béton) ferment le « parapluie ». L'étanchéité parapluie est appliquée à l'arrière des revêtements d'étanchéité. Ce travail de longue haleine dans les endroits étroits et sur un support dur est réussi grâce à la soudeuse semi-automatique TRIAC DRIVE légère et maniable de Leister. Si nécessaire, un revê-

tement de protection est ensuite monté, puis l'armature est réalisée. Enfin, la coque intérieure en béton du tunnel est montée.

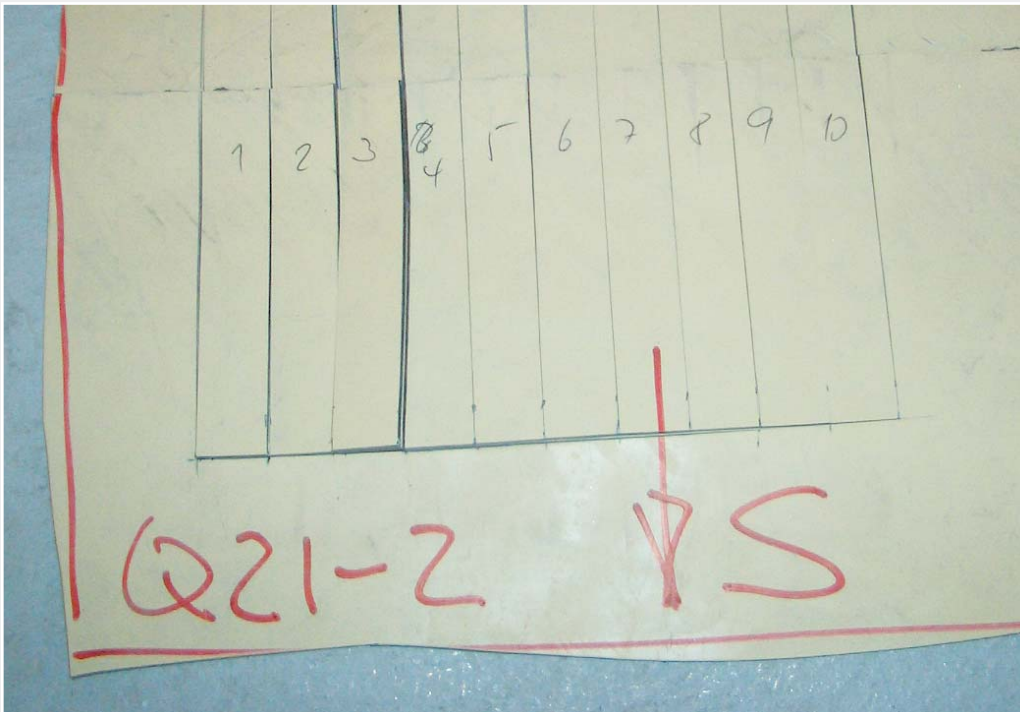
1000 km de cordons de soudure

Pour la face sud de l'NLFA, les revêtements d'étanchéité en plastique de 2,20 mètres de large sont fabriqués dans l'usine Sika de Düringen (Suisse). Deux revêtements se chevauchant sont chaque fois préfabriqués. Ainsi, lors de la pose dans le tunnel, une soudure périphérique de 24 mètres courants est seulement nécessaire tous les 4,30 mètres environ. A cela s'ajoutent les soudures des deux côtés sur l'étanchéité de la semelle et les soudures pour les innombrables liaisons transversales des deux tubes du tunnel. En tout, cela correspond à une longueur de soudure de près de 1000 kilomètres pour le tunnel du Gothard complet de 57 kilomètres ! La fabrication, la découpe et la livraison des revêtements d'étanchéité en plastique sont adaptées à chaque tranche de travaux.

La qualité est décisive

En raison du travail posté en continu et des conditions générales spécifiques, une quantité importante de poussières, de chaleur et d'humidité de l'air est créée dans le tunnel. Seule la meilleure qualité du matériau, de l'usinage et de l'appareil permettent un travail sans défaut et efficace. Avec une durée de vie prévue de plus de 100 ans, d'autres exigences sont posées ici par rapport aux ouvrages classiques. C'est pourquoi tous les produits utilisés pour le système d'étanchéité ont dû prouver leur aptitude à réaliser ce projet exceptionnel au cours de vastes tests. Une surveillance régulière est effectuée également après la sélection des matériaux. Il est ainsi garanti que la qualité et l'usinage restent dans la plage de

tolérance définie. Cette tâche a été confiée aux spécialistes de l'organisme de contrôle agréé, Tecnotest AG à Rüşchlikon, Suisse. Des examens de contrôle au niveau du drainage et de l'étanchéité sont réalisés en laboratoire. De plus, l'entreprise contrôle sur place la qualité des cordons de soudure et du support. Des essais de pelage réguliers pour évaluer la qualité de soudure sont réalisés directement dans le tunnel à l'aide de l'appareil de contrôle adapté aux chantiers de construction EXAMO de Leister. Pour le contrôle des différentes propriétés du matériau, les revêtements d'étanchéité en plastique et la position du drainage sont soumis à d'autres tests en laboratoire.



Echantillon de soudure prélevé directement dans le tunnel.



Les essais de pelage sont réalisés en laboratoire, mais également sur place avec l'appareil de contrôle EXAMO de Leister.



Application mécanique des revêtements d'étanchéité en plastique préfabriqués de 4,30 m de large sur les rondelles de support sous-jacentes. Puis soudage.

Un projet prévu sur le long terme

La ligne à faible déclivité ouvre de nouvelles perspectives en matière de transport de personnes et de marchandises. La distance entre les centres économiques situés des deux côtés des Alpes s'amointrit. Le train devient un mode de transport moderne et performant sur l'axe nord-sud grâce à l'« AlpTransit ». Il permet des capacités de transport supérieures pour des durées de trajet réduites. De plus, il garantit une gestion durable et respectueuse de l'environnement de la mobilité et de la circulation en plein essor. Un travail pour l'avenir est effectué avec ce projet, impliquant des investissements incroyables. La qualité de cet ouvrage du siècle est ainsi primordiale. Non seulement l'usinage et le matériau sont décisifs, mais également les appareils utilisés. Leister porte une part de responsabilité avec ses soudeuses automatiques et ses soudeuses manuelles utilisées. Même dans ces conditions externes extrêmes dans le tunnel, les appareils de l'entreprise traditionnelle suisse font une fois de plus leurs preuves. En fin de compte, le système d'étanchéité doit encore remplir sa mission durant les 100 prochaines années !



La couche d'étanchéité soudée finie avant le bétonnage de la coque intérieure du tunnel.

Questions concernant le chantier NLFA au Directeur de projet responsable de Sika Bau AG, Urs Streuli

Des conditions climatiques compliquées règnent sur le chantier NLFA. – Qu'est-ce que cela implique pour les appareils utilisés ?

Dans le tunnel règnent des températures allant jusqu'à 28 °C et une humidité de l'air supérieure à 90 %. C'est pourquoi une préparation de soudure propre est indispensable. Il est également important que tous les outils soient soigneusement rangés après leur utilisation, afin de prévenir toute corrosion superflue.

Quelles sont les mesures les plus importantes pour maintenir la qualité de l'usinage ?

En plus de la préparation soignée de la soudure, des travaux propres sont nécessaires. Par ailleurs, le soudage ne doit pas être effectué trop rapidement et jamais dans l'eau.

Comment contrôlez-vous la qualité de l'usinage ?

Chaque soudure est soumise à un contrôle visuel avec un tournevis, les soudures doubles avec canal de contrôle sont « soufflées ». Des essais de pelage sont également réalisés régulièrement. Et ce par le laboratoire Sika ou par Tecnotest AG. Au début des travaux, un soudage de contrôle est chaque fois effectué.

Quels sont selon vous les avantages principaux des appareils de Leister ?

Nous travaillons exclusivement avec des appareils de Leister et nous nous fions à leur fiabilité. Ils satisfont précisément à nos exigences. Nous travaillons avec des appareils Leister depuis aussi longtemps que je m'en souviens...

Sur un chantier de construction de tunnel tel que celui de la NLFA, des espaces très étroits sont partiellement présents. Comment les appareils Leister se sont-ils montrés performants ?

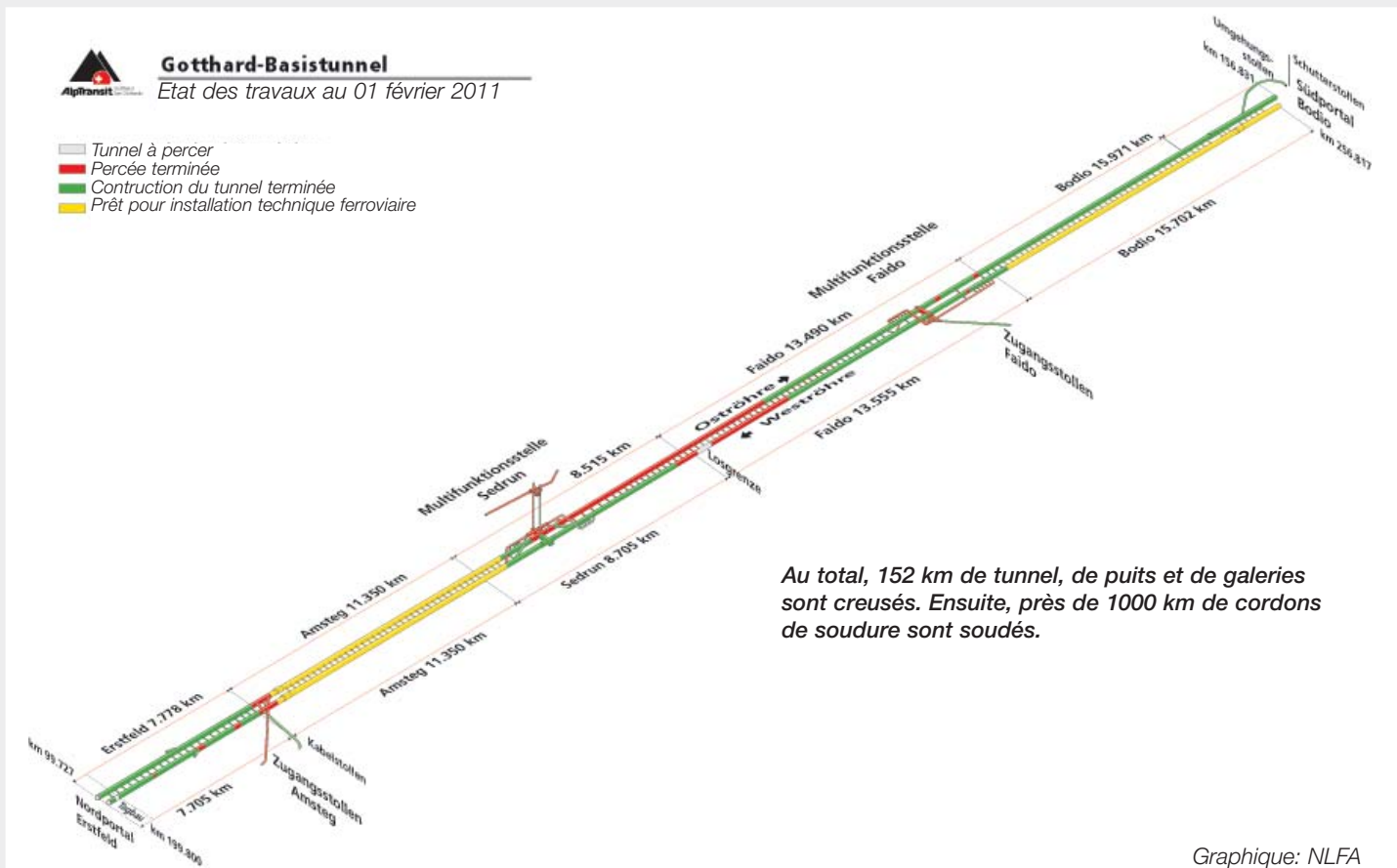
La TRIAC Drive et la TWINNY S sont des soudeuses automatiques maniables et légères. C'est pourquoi elles sont parfaitement adaptées également en cas d'espaces très étroits comme dans ce cas. Même le soudage au plafond n'exige aucun effort.

Etes-vous satisfaits de l'assistance des points de vente et de service de Leister ?

Oui, nous sommes satisfaits du service de notre partenaire Leister compétent. Quand un des appareils nécessite une révision, il est ensuite rapidement de nouveau opérationnel.

L'entreprise Sika Bau AG travaille-t-elle avec des appareils Leister sur d'autres projets de grande envergure ? – Si oui, lesquels ?

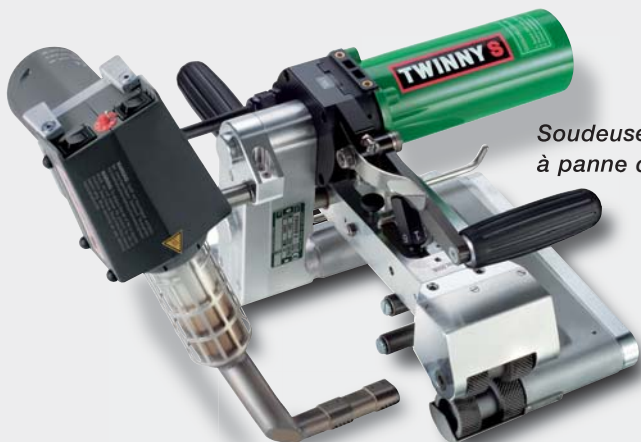
Nous travaillons exclusivement en Suisse. L'entreprise Sika Bau AG utilise uniquement des appareils Leister pour tous les projets de tunnels, comme par exemple pour les tunnels de contournement de Zurich, Lungern, Olten et le tunnel de base du Ceneri (une partie de la nouvelle ligne à faible déclivité à travers les Alpes).



Au total, 152 km de tunnel, de puits et de galeries sont creusés. Ensuite, près de 1000 km de cordons de soudure sont soudés.

Graphique: NLFA

Appareils Leister utilisés sur le chantier NLFA :



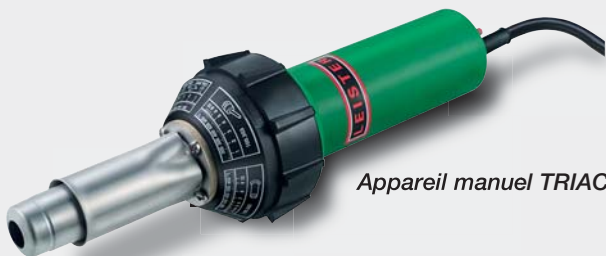
Soudeuse automatique à panne combinée



Appareil de soudage semi-automatique TRIAC DRIVE



Appareil manuel TRIAC PID



Appareil manuel TRIAC S



Appareil de contrôle EXAMO

Maître d'ouvrage :

Système d'étanchéité face sud et au centre :

Matériel d'étanchéité face sud et au centre :

Entreprise de pose face sud :

Entreprise de pose au centre :

Système d'étanchéité face nord :

Matériel d'étanchéité face nord :

Entreprise de pose face nord :

Essais de contrôle en laboratoire et dans le tunnel :

Fournisseur d'appareils pour les travaux d'étanchéité :

AlpTransit Gotthard AG, 6003 Lucerne, Suisse, www.alptransit.ch

Sika, 8048 Zurich, Suisse, www.sika.com

PVC-P de Sikaplan, épaisseur 2.0 mm

Consortio IGS (SikaBau AG et Tecton SA)

Sika Bau SA, 8952 Schlieren, Suisse, www.sikabau.ch

Sarnafil AG, 6060 Sarnen, Suisse, www.sarnafil.ch

PE-Copolymer de Sarnafil, épaisseur 2.2 mm

Gunimperm SA, 6532 Castione, Suisse

Tecnotest AG, 8803 Rüschlikon, Suisse, www.tecnotest.ch

Leister Process Technologies, 6056 Kägswil, Suisse, www.leister.com

Texte :

Photos :

Norbert Tholl, Tecnotest AG / Christophe von Arx, Leister / NLFA

Norbert Tholl, Tecnotest AG

Headquarters:

Leister Process Technologies
Galileo-Strasse 10
CH-6056 Kaegiswil/Switzerland
phone: +41 41 662 74 74
fax: +41 41 662 74 16
leister@leister.com
sales@leister.com

Leister Technologies LLC
1253 Hamilton Parkway
Itasca, IL 60143/USA
phone: +1 630 760 1000
fax: +1 630 760 1001
sales@leisterusa.com

Leister Technologies Ltd.
Building A, 1588 Zhuanxing Road
Shanghai 201 108 PRC
phone: +86 21 6442 2398
fax: +86 21 6442 2338
leister@leister.cn

Leister Technologies KK
Shinyokohama Bousei Bldg 1F
3-12-20, Shinyokohama, Kohoku-ku,
Yokohama 222-0033
phone: +81 (45) 477 3637
fax: +81 (45) 477 3638
sales-japan@leister.com

Notre réseau étroit comprend plus de 120 points de vente et de service dans plus de 90 pays.

Europe:

Austria
Belgium
Bulgaria
Croatia
Cyprus
Czech

Republic

Estonia
Denmark
Finland
France
Germany
Great Britain

Greece

Hungary
Ireland
Iceland
Italy
Latvia
Lithuania

Netherlands

Norway
Poland
Portugal
Romania
Russia
Serbia

Slovakia

Slovenia
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
Ukraine

Leister Technologies GmbH
Aachen, Germany

Leister Process Technologies
Headquarters and Manufacturing
Kaegiswil, Switzerland

Leister Technologies LLC
Itasca, IL, USA

America:

Canada
Mexico
USA
Argentina
Brazil
Chile
Peru

Leister Technologies KK
Yokohama, Japan

Leister Technologies Ltd.
Shanghai, China

Africa:

Egypt
Kenya
Morocco
South Africa

Asia:

P. R. China
Hong Kong
India
Indonesia
Iran

Japan

Korea
Malaysia
Philippines
Saudi Arabia
Singapore

United Arab

Emirates
Taiwan
Thailand
Vietnam

Oceania:

Australia
New Zealand