

## Tunnel du Lötschberg

Hans-Peter Läng

# Technique de climatisation et de froid de qualité et sécurité du plus haut niveau

Pour le tunnel de base du Lötschberg de 34,6 km de Frutigen à Raron, les responsables de BLS Alp Transit AG misent résolument sur une sécurité durable, c'est-à-dire sur une haute sécurité technique des infrastructures.

Des problèmes particulièrement épineux, qui n'ont pu être résolus dans le délai imparti qu'avec l'expérience d'une entreprise spécialisée, sont apparus dans la conception et de la sécurité des centrales techniques implantées dans 8 cavernes (haut 13 x long 40 x larg 50 m) du fait des à-coups de pression résultant du passage des trains à une vitesse maximale prévue de 250 km/h et les conditions climatiques prévalentes (chaleur et humidité).

### «LUSS»: Le système de sécurité de contournement d'air pour tunnels ferroviaires

La problématique des à-coups de pression sur les installations techniques des tunnels ferroviaires s'accroît constamment du fait de l'augmentation des vitesses maximales. Dans ce cadre, la Société Wintsch AG à Münchenstein a développé un système protégeant les

installations techniques des à-coups de pression. Cependant simultanément, les fonctions de ces installations placées dans des cavernes contiguës aux tunnels doivent être garanties constantes et optimales. Grâce au «LUSS», les coûts d'entretien et de réparation peuvent être prévus de façon claire pour l'exploitant du tunnel, BLS AG. et la sécurité d'exploitation des installations de ventilation et climatisation sensiblement améliorée. La BLS Alp Transit a exigé à juste raison une certaine discrétion sur le système, c'est pourquoi il n'est pas possible d'en rendre compte dans tous les détails.

### Description du système «LUSS»

Toutes les installations de ventilation des cavernes, c'est-à-dire «aspiration d'air depuis» et «extraction d'air dans» un tunnel, sont équipées de clapets de protection contre les explosions. Le passage des trains entraîne la fermeture de

### Entreprises ayant participé au domaine «containers»

Conception, développement, installation:

Wintsch AG, Münchenstein

MSR Planification: MST AG

Appareils de climatisation: Seven-Air AG, Lucerne

Clapets à volets, clapets de protection incendie: Lucoma AG, Einigen

Entraînements de clapets: Belimo Automation AG, Hinwil

Installation frigorifique: Ciat AG, Reussbühl

Ventilateurs plastique: Colasit AG, Spiez

Ventilateurs radiaux inox: Ferrari/Bonotec, Konolfingen

Filtres (F7, F9, H11): Unifil AG, Niederlenz

Pompes de circulation: Biral AG, Münsingen

Machines frigorifiques, échangeurs à faisceaux tubulaires: Ciat AG, Reussbühl

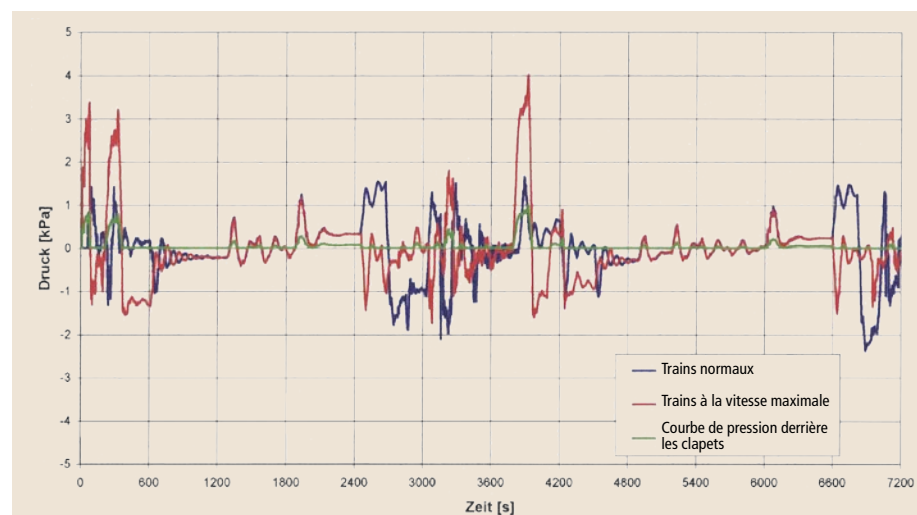
Régulations DDC: Saia-Burgess Controls AG, Morat

Appareils périphériques: Sortect, Ins

Armoires de commande électriques: ABC Elektrotechnik AG, Belp

ces clapets et prévient ainsi un à-coup de pression dans le réseau de gaines et sur les composants de ventilation. Pendant la fermeture du système de circulation d'air par les clapets, les installations situées en aval sont commutées dans le mode de contournement. L'air sortant de la caverne est ramené à une centrale de climatisation et insufflé. L'appareil de traitement d'air de la centrale ferme le clapet d'air extérieur et ouvre un clapet de contournement pour une aspiration directe de l'air de reprise. Une alimentation en air constante de tous les containers placés dans les cavernes est ainsi garantie, car le maître d'ouvrage a spécifié que les containers devaient être maintenus constamment en surpression pour les protéger contre l'encrassement. La commutation intervient par des clapets à entraînement pneumatique rapide d'un temps de fermeture d'une à deux secondes. L'ouverture et la fermeture des clapets sont commandées par des contacts de proximité. Etant donné que la commutation doit intervenir très rapidement, on a opté pour un système pneumatique à pression constante de temps d'ouverture et de fermeture inférieurs à 1 seconde. L'ensemble du système de ventilation-climatisation des équipements techniques du tunnel est entièrement redondant.

Le diagramme représente la courbe de pression dans le tunnel ferroviaire (en rouge = trains à la vitesse maximale, en bleu = trains normaux, en vert = courbe de pression derrière les clapets de protection)



### Petit aperçu des composants spécialisés

136 containers (centrales techniques générales plus centrales de climatisation) ont entièrement été équipés avec du matériel en V4A. De six à huit appareils de climatisation d'air ambiant ont en partie été livrés chaque semaine. Des centaines d'entraînements, vannes, clapets de protection incendie, appareils de régulation et de commande, pom-



pes, pompes à condensats, etc. ont été installées pour une valeur d'installation d'environ 10,5 millions de francs.

## Nouvelle installation dans les cavernes

Les 136 conteneurs inox sont testés de janvier à juillet 2005 conjointement avec le commettant jusqu'au raccordement au système de télégestion. Après quoi ils seront à nouveau désassemblés, transportés et remontés dans le tunnel à compter d'octobre 2005, câblés et tuyautés (photos 4 et 10). Puis interviendra la mise en service définitive.

Cette procédure inhabituelle et coûteuse offre des avantages par rapport aux risques d'essais, de montage et délais. Les équipements techniques doivent, dès que possible, être installés dans les cavernes, mis en service pour être opérationnels dès 2006 et le raccordement

1 Vue de la gigantesque halle d'une hauteur de 11,5 mètres, dans laquelle ont été montés les 136 conteneurs de la Société Wintsch.

2 Les monoblocs d'air pulsé et d'air sortant d'une largeur atteignant 1,8 mètre semblaient perdus dans la foule des conteneurs d'une longueur atteignant 24,5 mètres.

3 Appareils de refroidissement de circulation d'air d'exécution verticale, prêts à être raccordés, fixés au faux-plancher

4 Les conteneurs ont dû être désassemblés dans des largeurs maximales de 2,28 mètres pour le montage dans les cavernes (figures 4 et 10, jaune). C'est une tâche complexe et extrêmement délicate.

5 Maintenance complexe de la pureté de l'air dans des conditions d'encombrement étroites: boîtier de filtre en V4A formant premier étage en amont des monoblocs avec préfiltre F5, filtre à poussière fine F9 (à gauche) et filtre à poussière fine F9/150 mm dans les monoblocs. Une classe de filtre H11 est utilisée dans les zones des composants électroniques.

6 Ventilateurs en matière plastique (exécution redondante) dans les conteneurs à batteries. Les moteurs d'entraînement (Elektromotorenwerke Brienz) d'exécution Eex-e-II-T3 sont réalisés selon Atex 2. La turbine et la volute sont en thermoplaste électriquement conducteur et difficilement combustible.

aux centres de commande de Frutigen, Raron et Spiez doit encore être longuement testé. Environ 20 conteneurs sont disposés dans chaque caverne. «Le cœur et l'âme» des équipements du tunnel y sont renfermés: technique et sécurité au plus haut niveau –et ceci aussi pour les installations de ventilation et climatisa-

tion assurant la protection des nombreux équipements techniques sophistiqués. Il règne dans les cavernes des conditions climatiques de plus de 35 °C, en partie plus de 75% H.r. Tous les conteneurs sont entièrement climatisés pour des conditions ambiantes de +25 à +28 °C et 55% H.r. Une puissance frigorifique de plus

de 2000 kW est nécessaire pour la climatisation des équipements techniques du tunnel; refroidissement à l'eau de montagne dans le tunnel, à l'air à l'extérieur du tunnel.

## Appareils de climatisation d'exécution spéciale

Tous les monoblocs de Seven Air ont, pour des raisons d'encombrement, été adaptés individuellement au millimètre près à chaque container. Les appareils de refroidissement à circulation d'air d'exécution verticale sont raccordés au faux-plancher. Les appareils d'air extérieur (tôles du fond en V4A) sont horizontaux dans une exécution doublée. Les armoires de commande en V4A ont été intégrées dans les monoblocs. La capacité de chaque appareil se situe, selon l'exécution du container, entre 500 à 5000 m<sup>3</sup>/h et une puissance de refroidissement de 3 à 30 kW. Les appareils ont été livrés entièrement câblés et tuyautés.

## Plus de 720 000 manoeuvres des clapets à volets

Les clapets d'air à volets Lucoma en V4A résistent à l'air agressif, à la température jusqu'à 120 °C et (avec une sécurité de fonctionnement garantie) peuvent être utilisés à une température de +60 °C. Un temps de fermeture très rapide et une garantie élevée des produits ont été exigés. C'est pourquoi, depuis mars 2004, des tests de manoeuvres (ouverture/fermeture) sont réalisés. A la mi-novembre 2004, environ 720 000 manoeuvres avaient été effectuées. Le test est toujours en cours (figure 9). Les clapets de protection incendie fournis par Lucoma sont aussi en V4A et de classe de résistance au feu K90 (figure 7).

## Servomoteurs, vanne à boisseau sphérique de régulation

Les appareils de climatisation en circuit fermé de Seven-Air sont régulés par des vannes à boisseau sphérique de réglage de Belimo. Elles présentent une caractéristique à pourcentage égal (selon VDI/VE 2173). La vanne à boisseau sphérique de régulation Belimo assure une fermeture étanche aux bulles d'air et sans fuites. Ceci est de la plus grande importance pour le projet du Lötschberg, étant donné que les systèmes sont redondants. Il n'en résulte pas de perte d'énergie ni de fausse circulation. Sa construction robuste et compacte facilite le montage, en particulier de l'isolation. Ces avantages sont très importants pour un montage dans l'espace limité d'un container. Les entraînements NRY24-SR sont équipés d'une fonction antiblocage. Il est ainsi garanti que la vanne assure une parfaite régulation, même après une longue durée d'utilisa-



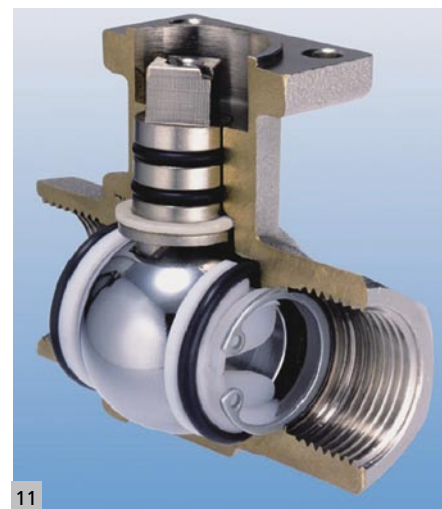
7



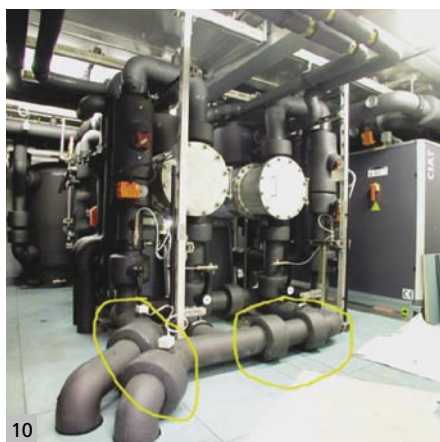
8



9



11



10

tion. Tous les entraînements sont équipés de câbles exempts d'halogènes.

## Filtration d'air à plusieurs étages

Des boîtiers de filtres Unifil en V4A ont été utilisés comme premier étage en amont des monoblocs sur les appareils extérieurs de Seven Air. Classes de filtres: préfiltre F5 avec filtre à poussière fine F9 «Turbofil TUT» avec dispositif d'application. Des filtres à poussière fine «Turbofil TU» F9/150 mm sont montés dans les monoblocs. Des classes de filtres H11 sont utilisées dans les zones des composants électroniques. La fabrication exclusivement suisse des boîtiers de filtres et filtres par Unifil – conjointement avec la garantie de qualité et de fourniture de pièces de re-

7 Toutes les entrées d'air pulsé et sorties d'air dans et hors des containers sont protégées par des clapets de protection incendie en V4A.

8 Des entraînements du type BFG24TL-T-ST de Lucoma ont été utilisés pour les clapets de protection incendie. Ceux-ci communiquent avec la commande par le bloc-secteur BKN23-24-LON au moyen d'un bus LON.

9 Equipement de test du clapet à volets: clapets Reglair V4A. Segment de droite: jusqu'à maintenant plus de 720 000 manoeuvres avec un moteur spécial à une fréquence de 5 secondes. Le fabricant des clapets prévoit au minimum 2,5 millions de manoeuvres avec cette exécution.

10 Points de séparation pour le démontage, même de la partie froid.

11 Robinets à boule de régulation à caractéristique proportionnelle (selon VDI/VE 2173) et fermeture étanche aux bulles d'air.

change- constitue un facteur important pour le commettant.

## Ventilateurs en matière plastique dans les containers de batteries

Des ventilateurs en matière plastique Colasit CMV 225, avec certificat ATEX pour la zone 2 ont été installés en raison du risque d'échappement d'acide. La construction de base flexible de Colasit a permis de monter les ventilateurs à entraînement direct avec des supports standards et inoxydables au plafond. La transition à la gaine inox est assurée par une manchette en EPDM résistant aux acides. Les débits des ventilateurs se situent dans une plage de 300 m<sup>3</sup>/h à 3800 m<sup>3</sup>/h et des pressions de 200 Pa à 1800 Pa. ■