

# Préface

Aujourd'hui nous sommes les témoins d'une nouvelle renaissance de la construction ferroviaire en Suisse. La capacité requise par le réseau planifié et la nécessité actuelle de tenir compte des aspects écologiques poussent vers la construction de longs tunnels en profondeur sous les Alpes. Le tunnel de la Vereina vient juste d'entrer en service et les deux tunnels de base, celui du St-Gothard (57 km) et celui du Lötschberg (35 km) sont déjà en construction. Au centre de ces développements, la construction de tunnels, une des plus anciennes disciplines du génie civil, fait face à de nouveaux défis et à des possibilités techniques inespérées. A côté des aspects constructifs, les problématiques politiques et de planification sont tout aussi importantes dans la réalisation de telles structures.

Posées ces bases, il vaut la peine de faire un pas en arrière pour regarder les débuts de la construction de tunnels dans les Alpes et quelques points de repère de son développement à partir des années 50 et 60 du XX<sup>ème</sup> siècle. Le premier passage ferroviaire important sous les Alpes a été le tunnel à double voie du Mont Cenis entre l'Italie et la France, qui fut construit en 1857–1871. Une particularité novatrice de ce projet a été la mécanisation de la perforation des trous de mine. Basée sur le principe de la transmission d'énergie par l'air comprimé comme proposé par le physicien suisse J. D. Callodon, un chariot de forage a été construit et mis en service par l'ingénieur italien G. Sommeiller, un pionnier des tunnels à travers les Alpes. Le grand projet de tunnel suivant, celui de 15 km à double voie du St-Gothard en Suisse (1872–1881), a vu le remplacement de la poudre noire par la dynamite, inventée par Alfred Nobel. D'autres projets de tunnels sous les Alpes sont devenus célèbres pour avoir franchi des difficultés géologiques importantes, parmi eux le tunnel de l'Arlberg (1880–1884, de 10,3 km de longueur en Autriche).

La construction des premiers tunnels ferroviaires sous les Alpes a eu son point culminant dans le creusement du tunnel du Simplon de 19,8 km entre l'Italie et la Suisse. Le projet comprend deux tubes parallèles à voie simple (Simplon I et II) avec des liaisons tous les 200 m. Les conditions topographiques du Simplon, où le recouvrement atteint 2200 m, ont permis seulement deux points d'attaque, aux extrémités. Par sa grande longueur, la température élevée de la roche (jusqu'à 55,4 °C), le peu de reconnaissances géologiques, et les conditions de roche poussante et avec apparition d'écaillés, ce tunnel est l'un des points de repère dans l'histoire de la construction de tunnels. Simplon I a été construit en 1898–1906, Simplon II a été mis en service en 1921. Le tunnel du Lötschberg d'une longueur de 14,6 km a été construit comme prolongement naturel de la ligne ferroviaire sud–nord entre 1908 et 1913. Pendant environ 70 ans le tunnel du Simplon a été le plus long tunnel ferroviaire dans le monde entier jusqu'en 1984, date à laquelle il a été déclassé par le tunnel de Sikan au Japon, d'une longueur de 54 km. Le projet et les comptes rendus des séances sont liés aux ingénieurs allemands A. Brandt, K. Brandau et K. Pressel, aux ingénieurs suisses Ch. Andreae, E. Locher, F. Rothpletz, E. Wiesmann, et al. Pour la première fois, la roche poussante a été correctement interprétée en relation avec la formation d'une zone plastique autour de la cavité. Une des principales caractéristiques de la roche poussante – c.-à-d. la pression de la roche diminue avec l'augmentation de la convergence du tunnel – a été clairement formulée par Wiesmann comme suit: «Pour chaque fraction de millimètre de déformation de la roche, la pression de la roche diminue.»

La période après la première guerre mondiale a été dominée par la construction d'aménagements hydro-électriques, atteignant un sommet dans les années 70. L'importance du volume de constructions liées aux

projets hydroélectriques dans les Alpes peut être mesurée par la longueur des galeries d'aménagements d'eau – plus de 10'000 km – et par le nombre de cavernes souterraines pour les usines. Cette période a vu une autre modification révolutionnaire dans la technologie de construction des tunnels. Suivant les développements aux EU, les étais en bois ont été remplacés par des systèmes de soutènement en acier. Pendant la même période, de considérables progrès ont été observés dans la technologie de perforation et de minage, particulièrement favorisés par les scientifiques suédois, en particuliers par U. Langefors.

Un grand pas technologique dans la construction de tunnels correspond à l'utilisation du béton projeté et du boulonnage comme nouveaux éléments du soutènement. La première machine pour le béton projeté fut inventée aux EU, et par la suite développée en Allemagne où, dès les années 20 et 30, elle trouva des applications dans la construction de galeries et dans les mines. Le revêtement en béton projeté armé a été utilisé dans un grand nombre de tunnels en GB (p. ex. Tunnel de Mersey), ce qui a conduit à la publication du manuel sur les ouvrages exécutés en béton projeté à Londres en 1934. Grâce au perfectionnement et aux brevets enregistrés par les ingénieurs suisses, les machines pour le béton projeté ont atteint le stade de la production industrielle dans les années 50 et 60. Les bases étaient posées pour l'utilisation généralisée du béton projeté comme soutènement provisoire. L. Rabcewicz, ingénieur autrichien, a écrit en 1964: «La première utilisation couronnée de succès de stabilisation de surface par l'application de béton projeté pour tunnels dans des terrains instables, comme partie intégrante du procès de construction au lieu d'utiliser des étais en bois ou en métal comme soutènement provisoire, a été celle du tunnel Lødano-Losogno pour les aménagements hydroélectriques de la Maggia, Suisse 1951–1955.»

L'introduction de la technologie du boulonnage dans les tunnels a aussi été le résultat d'une vaste collaboration internationale. Lang (EU) en 1961, dans son rapport sur l'état des connaissances sur le boulonnage concluait: «Il faut rendre un hommage spécial à l'industrie minière américaine pour son travail de promotion et de développement du boulonnage.» Une recherche systématique a été réalisée en 1948 par le

Bureau américain des Mines, en Suède et en collaboration avec le gigantesque aménagement hydroélectrique de Snowy Mountains en Australie. Dans les Alpes, l'utilisation systématique du boulonnage dans les tunnels a été introduite dans la construction de la galerie en pression de 11,7 km de longueur pour l'aménagement hydroélectrique de l'Arc Isère en France (1951–1953). La première application systématique du béton projeté et du boulonnage pour un tunnel routier à grande section (tunnel de Schwaikheim, 1963–1965) est à attribuer à l'ingénieur allemand J. Spang. Des personnalités mondialement connues comme T. A. Lang (EU), A. Sonderegger (Suisse), F. Mohr (Allemagne), M. J. Talobre (France), parmi tant d'autres, ont contribué d'une façon considérable pendant les années 50 et 60 à l'art de la construction des tunnels conduisant au développement de la dite «méthode de construction de tunnel avec du béton projeté», ou méthode du «sprayed concrete lining (SCL)». Grâce à ça, la construction de tunnels avec soutènement en béton projeté et boulonnage et autres moyens de soutènement s'est développée sur une vaste échelle internationale.

Ce livre raconte l'histoire des quatre plus importants longs tunnels à travers les Alpes suisses, avec une longueur totale de environ 87 km. Le tunnel ferroviaire du St-Gothard, le tunnel du Simplon, le tunnel du Lötschberg et le tunnel routier du St-Gothard. La construction de ces tunnels se situe entre 1872 et 1980.

La version originale du livre a été publiée en 1996 en allemand. Ce livre a vu le jour à la suite de l'exposition «Percements historiques de tunnels alpins en Suisse» qui a eu lieu pour la première fois en 1996 au Musée pour l'art du génie civil à Ennenda, Canton Glarus, Suisse. D'autres expositions ont été organisées par la suite dans plusieurs villes en Autriche, Allemagne et Suisse. Le livre est actuellement aussi disponible en anglais et en italien.

Zurich, février 2000

K. Kovári  
R. Fechtig