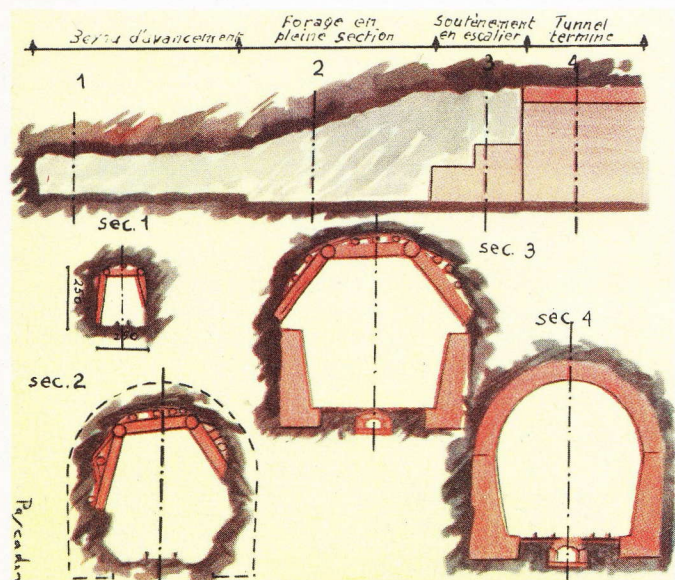


LES Grands TUNNELS DES Alpes

DOCUMENTAIRE N. 488



On perce généralement un tunnel, en creusant, en quatre temps: on commence avec le percement du boyau d'entrée à section réduite en renforçant immédiatement les côtés et la voûte (1); on procède ensuite à l'élargissement du boyau jusqu'à ce qu'on ait atteint la section du tunnel (2); en un troisième temps, on passe à la confection des parois qui constitueront les côtés du tunnel (3); enfin, en enlevant l'armature en fer ou en bois, on procède en même temps à l'achèvement de la voûte et du sol.

La construction de nombreux tunnels reliant l'Europe à l'Italie permet les communications entre la Péninsule et les autres parties du Continent. Les tunnels ferroviaires sont les plus importants, car ils multiplient les rapides échanges, aussi bien culturels que commerciaux, entre des pays séparés par de hautes montagnes, si difficiles d'accès qu'elles constitueraient des barrières

littéralement infranchissables.

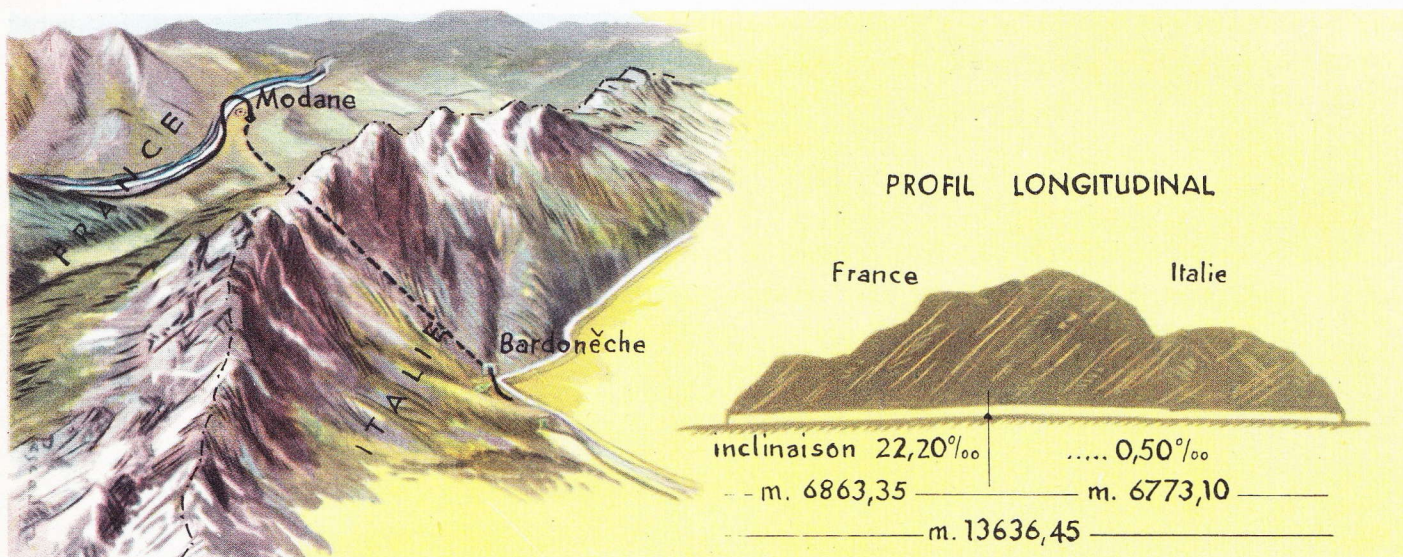
Certains tunnels des Alpes méritent une mention particulière, pour l'effort humain réalisé, aussi bien par les ingénieurs que par les simples ouvriers qui ont collaboré à leur réalisation titanesque, parfois dans des conditions héroïques.

Pour avoir une idée de la construction d'un tunnel il faut d'abord connaître les méthodes de percement les plus importantes employées jusqu'à nos jours: ce sont la méthode autrichienne, la méthode allemande et la méthode italienne. Cette dernière commence par le percement d'un boyau de pénétration à section rectangulaire où légèrement trapézoïdale, que l'on obtient généralement au moyen de mines; les soutènements que l'on construit lors des travaux de percement, sont toujours en bois. Le percement terminé, on achève la voûte et le fond qui complètent la structure de ce tunnel.

« Du fond du tunnel à l'ingénieur Sommeiller à Turin: Il est 4h.23 — la perforeuse a percé la dernière paroi de roche. Tous crient Vive la France! Vive l'Italie! ».

C'est par ce télégramme concis, transmis à l'aube du 25 décembre 1870 que, dans un style enthousiaste, l'ingénieur Grattoni annonçait à son ingénieur en chef, qui se trouvait alors provisoirement à Turin, qu'on attaquerait, à présent, les derniers quartiers de roches restant entre les deux tronçons du tunnel du Mont-Cenis.

Quelques heures plus tard, en présence de Sommeiller accouru immédiatement, la montagne résonnait de la dernière explosion de poudre noire (on l'employait encore à la place de la dynamite) et les ouvriers qui,



Le tunnel du Mont-Cenis s'abaisse à ses extrémités et est plus élevé en son point central, de façon à favoriser l'évacuation des eaux d'infiltration. La hauteur de cette montagne est de 2.083 m. L'inclinaison sur le versant français est de 22,20 pour mille, tandis que du côté italien elle n'est que de 0,50 pour mille. La longueur totale du tunnel est de 13.636 m. dont 6.863,35 en France et 6.773,10 en Italie.



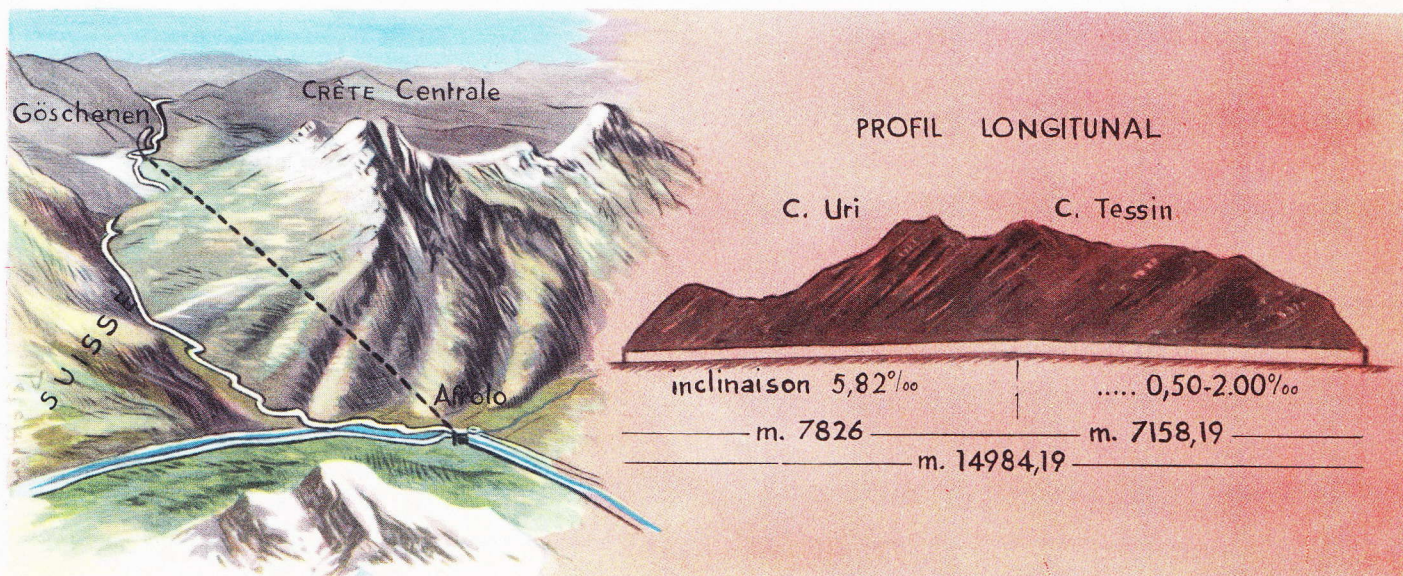
Pour le percement du tunnel du Mont-Cenis, on opéra simultanément sur les deux versants. Trois observateurs astronomiques, dont un se trouvait au sommet de la montagne et les deux autres au pied, guidèrent pendant 13 ans les travaux de percement. Quand la dernière barrière de rochers qui séparait les deux tronçons tomba, on constata avec satisfaction qu'ils coïncidaient, car en ne releva qu'une déviation de 40 cm. et une différence de niveau de 60 cm.

pendant 13 ans de labeur acharné et ininterrompu, avaient attaqué la roche, les uns du versant français les autres du côté italien, allaient finalement se rejoindre, se serrer la main, s'embrasser au nom de la France et de l'Italie, oubliant déjà les fatigues surhumaines consenties au cours de ces années et les victimes de ce dangereux travail sous la montagne. A 13 ans de distance puisqu'on avait commencé les travaux du Mont-Cenis en 1857 quelques-uns d'entre eux seulement se remémoreraient les efforts des trois premières années, alors qu'ils ne pouvaient pas encore disposer des perceuses à air comprimé que Sommeiller lui-même avait dessinées, et qu'ils avaient dû attaquer les roches au pic. Le souvenir de la chaleur insupportable qui avait accompagné leur progression dans les entrailles de la montagne,

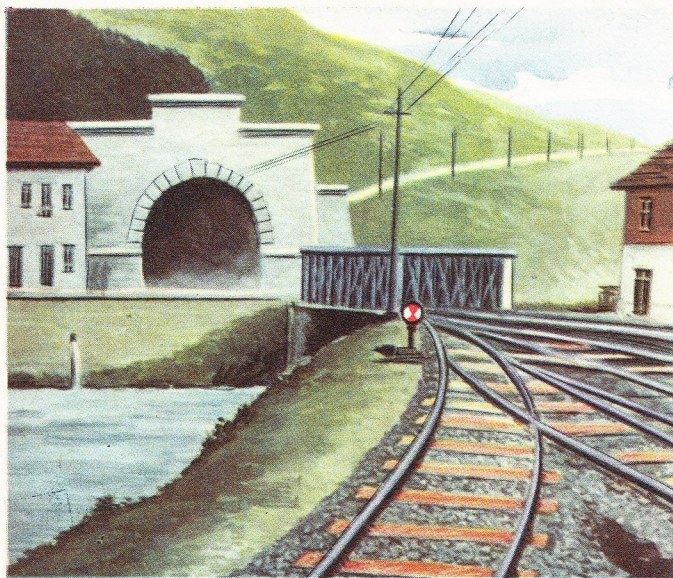
les inondations soudaines et imprévisibles qui s'étaient souvent produites dans le tunnel, tout cela avait disparu de leur mémoire dans l'élan de joie qui soulevait ouvriers et chefs, les ingénieurs Sommeiller, Grattoni et Grandis, et, avec eux tous, les deux nations entières apercevant en ce jour fameux les brillantes promesses dues au sacrifice, à la confiance, à la foi dans la réussite et à la persévérance. Le Tunnel du Mont-Cenis qui, passant sous le Fréjus au nord du Mont-Cenis, réunit Modane à Bardonnèche en Italie, fut le premier des tunnels alpins permettant les communications de l'Occident avec l'Europe centrale et la Méditerranée. Ce fut la première réalisation européenne. L'idée en est due à Sommeiller (d'origine savoyarde) et elle avait été chaudement appuyée par Cavour, le grand homme d'Etat italien qui avait vu, dans cette réalisation, en dehors du plus grand développement des relations commerciales franco-italiennes, l'immense signification sociale et morale de l'œuvre. C'est pour cette raison que l'Etat sardo-piémontais avait grevé son modeste budget du financement d'une grande partie des travaux, ce qui constituait pour lui un lourd sacrifice; pour cette raison également, le comte de Cavour avait exigé dans son accord avec la France, une clause qui prévoyait, en cas de cessation de rapports amicaux entre les deux pays, une revendication totale pour l'Italie du contrôle des travaux.

Cette précaution prise car Cavour devait pleinement se justifier en 1859, quand Napoléon III, ayant conclu avec l'empereur François-Joseph un armistice — celui de Villefranche — déçut la confiance mise en lui par le gouvernement du Piémont: malgré les guerres d'Indépendance italienne, les travaux de percement, qui avaient commencé en 1857 avec l'intervention, des le départ, du roi d'Italie Victor-Emmanuel II, ne connurent pas d'interruption. Ils furent achevés en 1870, mais ce n'est qu'en 1872 que le tunnel fut ouvert au trafic.

D'une longueur de 13 km., à double voie, revêtu à l'intérieur de briques et de pierres de taille, il consti-



Malgré des conditions topographiques défavorables, les techniciens préférèrent choisir, pour le percement, la section centrale du massif du St-Gothard. La hauteur maxima de la montagne est de 3.197m., la pente du tunnel est de 5,82 pour mille pour le versant du canton d'Uri, tandis que pour le versant du canton du Tessin, elle varie de 0,50 à 2 pour mille; la longueur totale du tunnel est de 14.984,19 m. pour le canton d'Uri et de 7.158,19 m. pour le canton du Tessin.



Après le percement du Mont-Cenis, commencé en 1872, les travaux pour le tunnel du St-Gothard, qui fait communiquer la vallées du Tessin, avec celle de Reuss, furent commencés. Voici l'entrée nord du tunnel à la gare de Goechenen (Suisse); l'entrée sud se trouve à Airolo (Italie).

tue encore actuellement le parcours le plus rapide unissant Paris au Piémont.

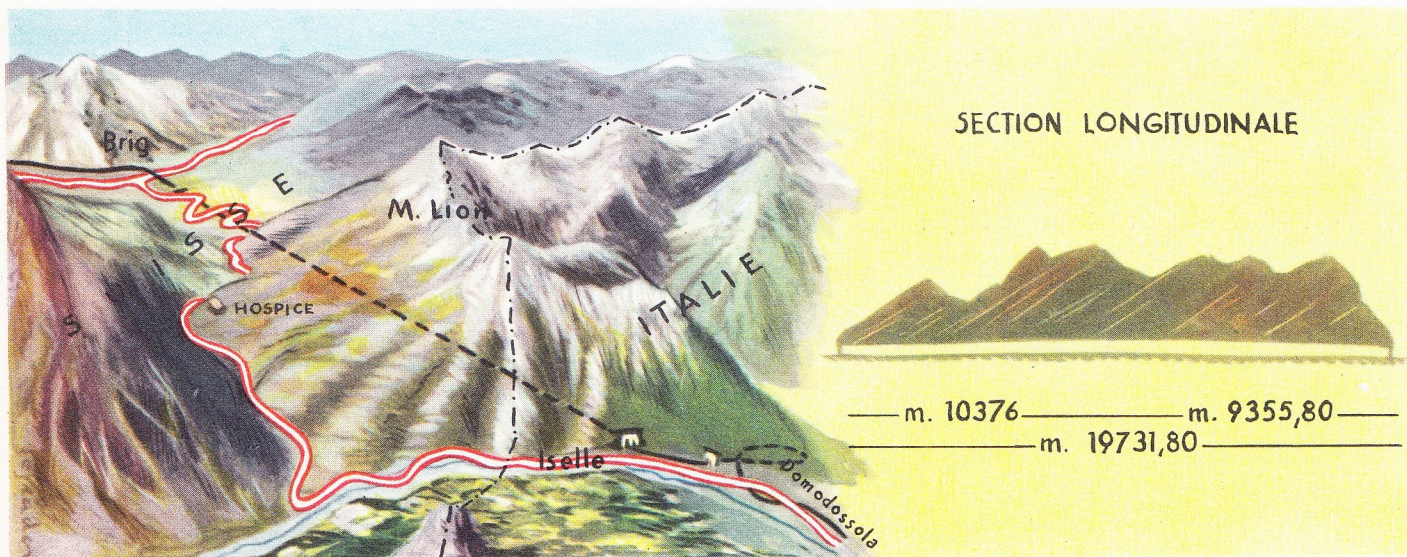
Un autre travail, également de très grande importance, fut le percement du tunnel du Saint-Gothard, dont l'ouverture permit les communications du sud de l'Europe avec la Hollande, l'Allemagne et la Suisse, assurant ainsi aux nations de l'Europe centrale l'accès aux ports de la Méditerranée, et, malgré les considérables progrès techniques alors réalisés, le percement de ce grand massif des Alpes, en territoire suisse, présenta des problèmes difficiles à résoudre. Etant donné la nature des roches et la grande différence d'altitude aux deux extrémités du tunnel (Gœchenen dans le canton d'Uri, et Airolo dans le canton Tessin) le projet de l'ingénieur chef Hellwag ne prévoyait plus la construction d'un tunnel rectiligne et plat au pied de la monta-

gne, comme ce fut le cas pour le Mont-Cenis, mais un percement à orientation hélicoïdale, comprenant 7 spirales ayant entre elles une différence de niveau d'environ 60 m. et atteignant l'altitude maxima de 1154 m. Les trains, en parcourant le tunnel, allaient entrer au pied de la montagne suivant après une courte distance, chaque courbe de spirale.

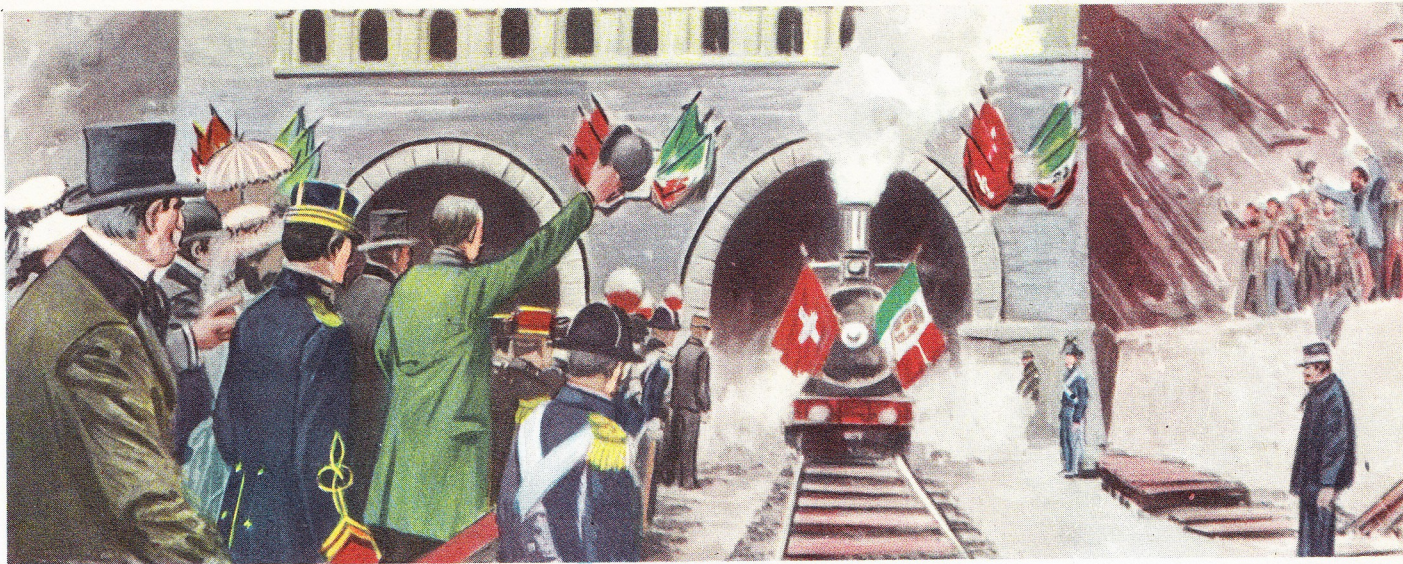
Les travaux commencés en automne de l'année 1872 furent terminés en janvier 1882. Ils furent financés par une société par actions dont faisaient partie des Suisses, des Allemands et des Italiens en qualité d'actionnaires garantis par leurs gouvernements respectifs. La main-d'oeuvre fut exclusivement italienne, car, en effet, seuls des ouvriers italiens pressés par le manque de ressources de l'économie italienne, pouvaient consentir au travail surhumain qu'imposait une telle entreprise. Nous ne nous étendrons pas sur les salaires humiliants qui leur avaient été consentis, ni sur les conditions précaires dans lesquelles ils étaient tenus d'effectuer leur labeur: ces salaires étaient dérisoires, le logement et la nourriture insuffisants et les conditions hygiéniques déplorable. A la suite de séjours prolongés à l'intérieur du chantier, où la température atteignait 40°, nombreux furent les ouvriers qui tombèrent malades et qui finirent par succomber. A ce triste bilan, on doit opposer les précautions prises et les dépenses engagées pour mettre à la disposition du chantier du matériel vraiment perfectionné.

Pour le percement du tunnel, qui s'étend sur une longueur de 15 km., on employa en effet, en dehors de la dynamite, des perforeuses actionnées par l'eau; pour leur fonctionnement, on utilisa la force provenant des fleuves Reuss et Tessin, grâce à la mise en place de 10 grandes turbines. La roche entamée en un premier temps par les perforeuses, puis effritée par le puissant explosif, offrit ainsi une résistance moins grande, sauf en un point où les ouvriers, ayant rencontré une masse de granit compact, ne parvinrent à en perforer qu'27 m. d'épaisseur en 27 mois.

Le type de tunnel hélicoïdal du Gothard fut ensuite



Tracé du tunnel du Simplon. La longueur totale de ce tunnel est de 19.731,80 m., dont 10.376 en Suisse et 9.355,80 en Italie et il se trouve à une hauteur de 2.009m. Au lieu de comprendre deux voies, le tunnel, qui traverse le Mont du Lion comprend 2 tunnels à une voie chacun. Le Simplon facilite les communications entre la France, la Suisse et l'Italie et d'autres pays encore, ce qui explique sa grande importance.



Commencé au mois de mai 1898, le tunnel du Simplon fut inauguré en mai 1906. L'inauguration fut présidée par le roi d'Italie et par le président de la Confédération Helvétique. Le 1er juin 1906 le tunnel était ouvert au trafic.

repris pour d'autres tunnels, comme par exemple le Loetschberg qui traverse le massif des Alpes bernoises, en Suisse, faisant communiquer la Haute-Vallée du Rhône avec le Simplon. Il mesure 14.592 m, et par ses courbes et ses contre-courbes, on est parvenu à réduire la dénivellation de 415 m entre Frutigen et la sortie sud du tunnel.

C'est en 1882, toujours avec les mêmes moyens, que fut commencé le percement du massif de l'Arlberg, qui se trouve en territoire autrichien entre les Alpes alpiennes et les Alpes rhétiques. Le tunnel, terminé en 1884 ne comprend qu'une seule voie, mesure un peu plus de 10.000 m. et relie Innsbruck à Bregenz, permettant ainsi les communications entre la Suisse, l'Autriche et l'Italie.

Pour les travaux de percement, on employa pour la première fois les perforeuses Brandt, plus puissantes que celles employées précédemment et qui, quelques années plus tard, allaient trouver leur plein emploi dans le percement du tunnel transalpin le plus long et le plus récent: le Simplon.

Le plan de ce tunnel était le suivant: le tunnel en pente douce rectiligne et ne comportant que quelques courbes à ses extrémités, ne devait plus avoir une galerie à double voie, mais deux galeries d'une seule voie chacune communiquant entre elles par des galeries secondaires. Une galerie transversale plus importante que les autres, devait se trouver à mi-parcours pour héberger une gare de service. Le tunnel principal, d'une largeur de 4,5 m devait être séparé de l'autre légèrement plus petit, par une paroi rocheuse de 17 m. Ce percement, de 19.731 m, de long, allait relier Brigue, en Suisse, et Iselle, en Piémont.

Le projet fut soumis aux gouvernements suisse et italien par la société ferroviaire Jura-Simplon et les deux gouvernements, après s'être engagés à financer l'entreprise confièrent les travaux à la Compagnie Brandt-Brandeau et Cie. La Compagnie s'engageait par contrat à terminer le tunnel en 5 ans et 1/2 à partir du moment où commenceraient les travaux. En cas de retard, elle était pénalisée de 5.000 livres par jour,

la même somme lui serait, par contre, versée par les financiers pour chaque jour d'avance sur la date prévue.

Les travaux furent commencés en l'an 1898 et minutieusement réglés dans leurs moindres détails, de sorte qu'on n'eut plus à déplorer les douloureux accidents qui avaient endeuillé les chantiers précédents.

Mille ouvriers soigneusement sélectionnés se relayaient, en trois équipes de travail de 8 heures par jour, si bien que les travaux dans le tunnel se poursuivirent sans interruption pendant près de 6 ans.

Aux deux extrémités du tunnel, on avait prévu pour la main-d'œuvre des villages bien équipés, comprenant même des hôpitaux, un centre de police et tout le confort sanitaire. On prit toutes les précautions d'hygiène pour que les hommes puissent travailler à l'intérieur du tunnel dans les meilleures conditions possibles. Par exemple, pour abaisser la terrible température existant sur le chantier et qui était constamment de 40°,



Intérieur d'un tunnel: les ouvriers creusent dans la roche avec des perforeuses. La voûte est soutenue par de grosses poutres, l'eau suinte sur les parois.



Un éboulement dans un tunnel. Une trombe d'eau provoque une catastrophe. Elle emporte, sans distinction, la terre, les hommes, et les installations.

on installa un groupe de pompes qui, au moyen de jets d'eau glacée et pulvérisée, parvenait à rafraîchir l'air tout en assurant le renouvellement, grâce à des dispositifs adéquats.

A l'aide des foreuses Brandt mises en œuvre par groupes de 10 ou 12, les travaux avancèrent à la cadence de 5 m. par jour, et les rochers, qui étaient friables sur le versant suisse, mais par contre constitués par du gneiss extrêmement dur sur le versant italien, n'opposèrent pas une trop forte résistance. Le seul inconvénient grave, qui se présenta toujours au cours des travaux, fut la crainte constante des inondations provoquées par le percement involontaire de poches d'eau souterraines. Parmi ces sources qui ralentirent le percement du tunnel, une surtout, à très grand débit et à très haute température (50°), constitua un sérieux

problème pour les techniciens, à tel point que les ouvriers furent contraints de suspendre leur travail, en septembre 1904, pendant 3 mois.

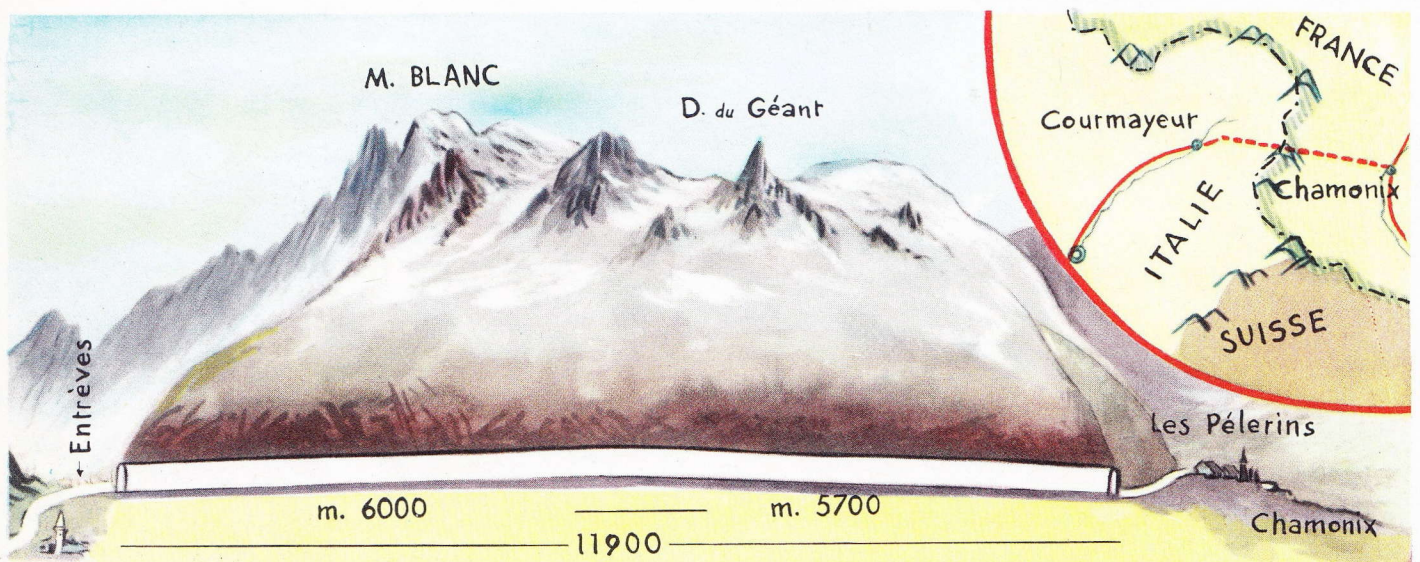
Le 24 février 1905, les deux tronçons du tunnel se réunissaient. En ce jour, non seulement la Suisse et l'Italie — les principales intéressées — mais l'Europe entière, célébraient une des plus grandes conquêtes du génie humain.

Toutefois les grands percements des Alpes ne se terminent pas avec cette réussite digne des Titans: le Mont Blanc, le massif le plus haut des Alpes, sera traversé, dans quelques années, par un tunnel long de 11.900 m, large de 8,65 m et haut de 6 m. Ce ne sera plus un tunnel ferroviaire mais, cette fois, une route qui réunira la vallée de l'Arve et la vallée d'Aoste. Comportant deux chaussées côte à côte, plus des pistes pour piétons, cette route comportera, sur toute sa longueur, un égoût souterrain de 2 m de diamètre pour recueillir les eaux d'infiltration. On prendra les précautions qui s'imposent pour qu'à l'intérieur, la chaleur de 50° et l'oxyde de carbone produit par la circulation des véhicules, ne rendent pas l'atmosphère irrespirable et le parcours dangereux. On pense aussi que ces inconvénients seront en partie supprimés par la pente du tunnel qui, partant des Pélerins (près de Chamonix) à 1.203m. aboutira à Entrèves (la sortie du côté italien) à une altitude de 1.380 m.

Le mérite de cette initiative revient surtout à la population d'Entrèves qui, en 1946, pour susciter un intérêt plus actif de la part des gouvernements suisse et italien concernant un projet déjà discuté en 1933, commença elle-même les travaux, faisant appel à des fonds privés. Les travaux cependant durent être suspendus, la somme disponible ayant été rapidement épuisée.

Une société par actions pour le percement du Mont Blanc a déjà été constituée en 1945; on attend maintenant que les projets établis sur le papier deviennent enfin une réalité.

* * *



Depuis quelque temps on parle du percement du Mont Blanc. Le tunnel, d'une longueur de 11.900 m. unira la France à l'Italie, et plus précisément les Pélerins, près de Chamonix, à Entrèves dans la Vallée d'Aoste. Pour la réalisation de ce tunnel, d'une largeur de 8,65 m. et d'une hauteur de 6 m., on embauchera 3.000 ouvriers qui devront constituer des équipes de nuit et de jour se succédant sans interruption pendant 3 ans. On prévoit que les travaux exigeront un budget total de 14 milliards de lires.

ENCYCLOPÉDIE EN COULEURS

tout connaître

ARTS

SCIENCES

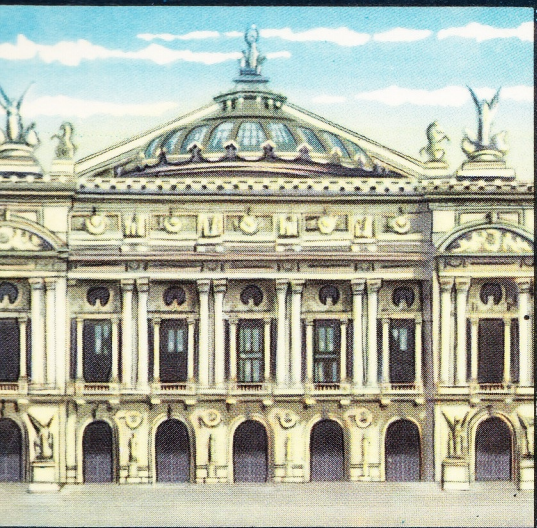
HISTOIRE

DÉCOUVERTES

LÉGENDES

DOCUMENTS

INSTRUCTIFS





VOL. VIII

TOUT CONNAITRE
Encyclopédie en couleurs

M. CONFALONIERI, éditeur

Tous droits réservés

BELGIQUE - GRAND DUCHÉ - CONGO BELGE

AGENCE BELGE DES GRANDES EDITIONS S. A.
Bruxelles