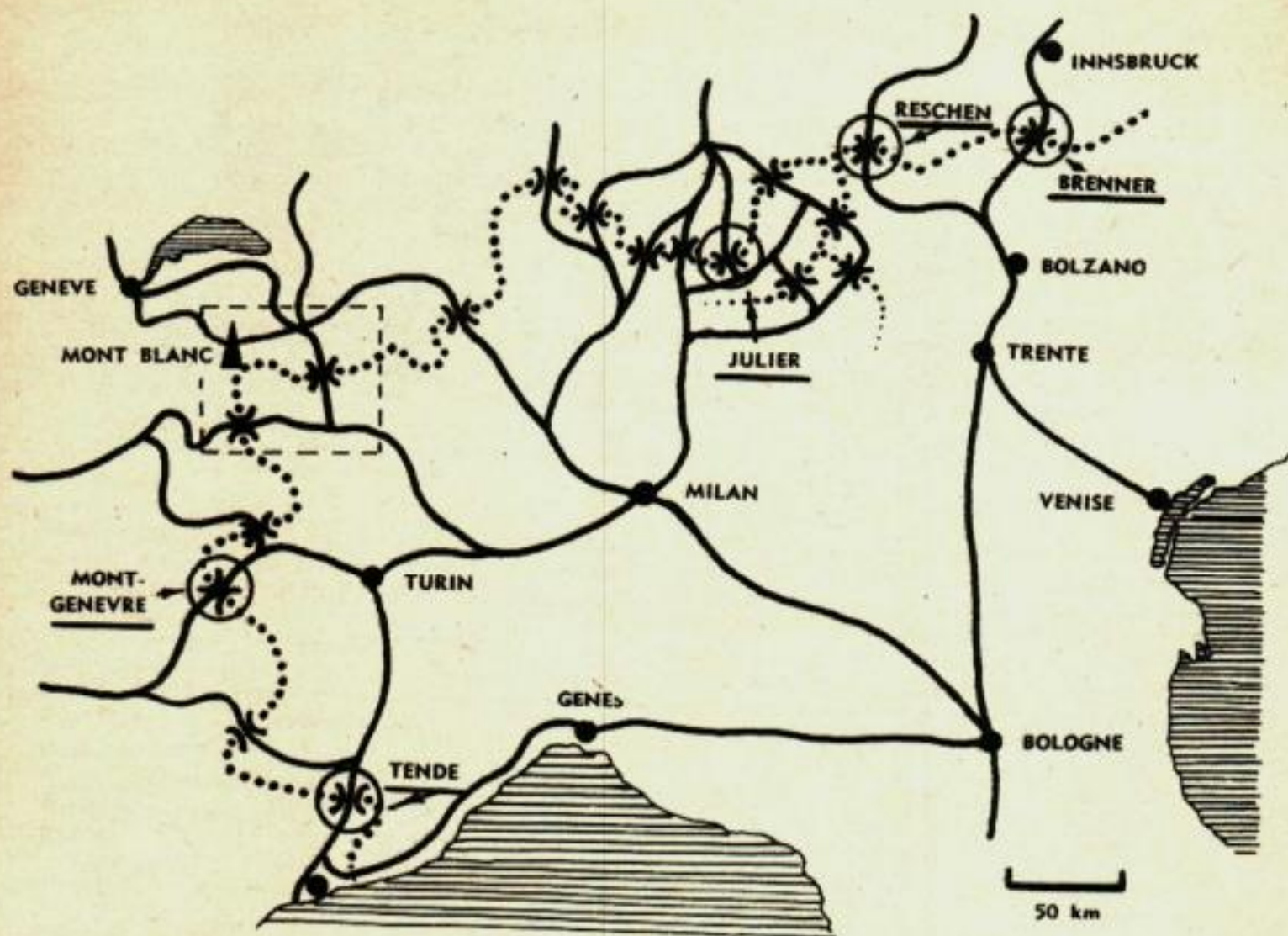




La crête alpine principale avec les cols routiers qui permettent le passage nord-sud de ce massif. Les cols entourés d'un cercle sont les seuls praticables pendant toute l'année ; en hiver certaines difficultés sont toutefois à craindre.

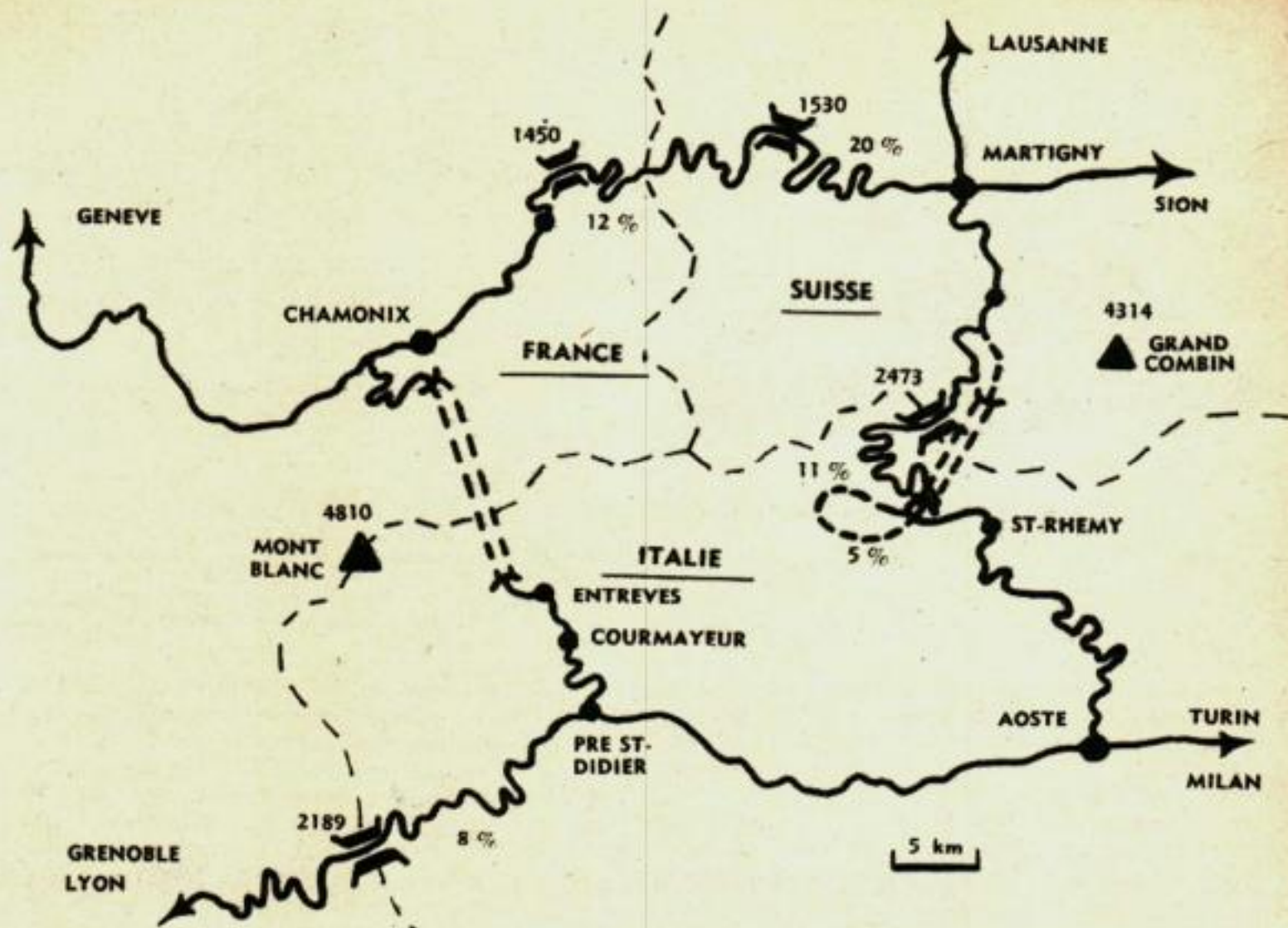
LE TUNNEL SOUS LE MONT BLANC

circulation routière ouverte toute l'année dans les Alpes

par Henri PHILIPPE

Il y a presque cent quatre-vingts ans, l'alpiniste français H.B. de Saussure avait déclaré : « Un jour viendra où une route sera creusée sous le mont Blanc et où les vallées de Chamonix et d'Aoste seront reliées. » Il est compréhensible qu'à l'époque on l'ait pris pour un fou. Mais par cette déclaration, la liaison routière qui traverse aujourd'hui les Alpes peut être considérée comme le projet le plus ancien de son genre. Ce n'est pas le seul superlatif qui convient à cette gigantesque entreprise. Le tunnel du mont Blanc est aussi le tunnel routier le plus long du monde et il passe en dessous du massif montagneux le plus élevé de l'Europe. Et il y a lieu d'ajouter encore un autre superlatif qui était cependant très gênant pour l'exécution des travaux. Les mineurs étaient tombés sur les roches primitives les plus dures, à savoir du granit, qui était encore plus dur que ne l'avaient prédit les géologues.

Mais assez de superlatifs. En effet, ni la chasse aux superlatifs techniques, ni un prestige national quelconque ne justifieraient les risques et difficultés financiers et techniques restant, même de nos jours, encore considérables si la construction d'un tunnel n'avait pas également un sens pratique. La comparaison de quelques faits permettra de mieux comprendre les motifs. Alors qu'il existe pour rails déjà six tunnels par lesquels s'effectue le trafic à travers la barrière est-ouest des Alpes, la circulation routière qui a entre-temps considérablement augmenté n'a jusqu'à présent disposé que de cols en grande partie infranchissables pendant la moitié ou même plus de l'année ou difficilement praticables. En prenant en considération les dix-huit cols dont dispose le réseau routier nord-sud, à travers les Alpes, il n'en reste que quatre qui sont ouverts — mais pas toujours praticables — pendant toute l'année. Ce sont le



Détail de l'image 1 (rectangle hachuré) avec les difficultés de la circulation routière dans le massif du mont Blanc et du Saint-Bernard. Par la construction du tunnel du mont Blanc on crée une liaison routière entièrement nouvelle et praticable en hiver, alors que le tunnel du Saint-Bernard améliore seulement une route avec col déjà existant mais impraticable en hiver.

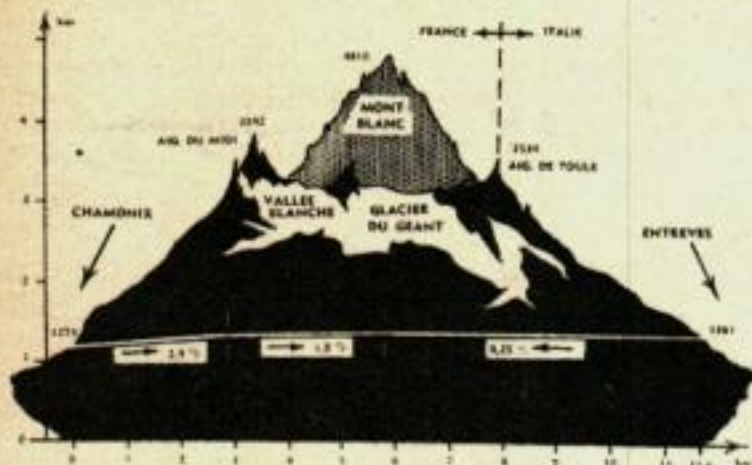
col du mont Genève entre la France du Sud et Turin, le col Julier-Maloja entre la Suisse et l'Italie, les cols du Brenner et du Reschen entre l'Autriche et l'Italie. Les autres quatorze cols restent fermés pendant au moins vingt et une à trente semaines de l'année : soit en moyenne vingt-six semaines, c'est-à-dire un semestre. Il n'est pas spécialement nécessaire de souligner ce que cela signifie pour une circulation routière considérablement accrue au cours des dernières années. Il y a lieu d'ajouter que les pays en question, à savoir la Suisse, l'Autriche, l'Italie et la France sont des pays touristiques par excellence et que le tourisme des dernières années a non seulement augmenté, mais a également envahi essentiellement la route. Les échanges commerciaux accrus motivés par le Marché Commun devraient également apporter leur poids à cette balance.

Numériquement, le parc automobile a plus que triplé au cours des vingt dernières années et la Conférence internationale des transports de Genève présume que le volume de la circulation routière triplera une autre fois jusqu'en 1975. Un passage routier libre à travers la chaîne alpine — même en hiver — deviendra, dans les prochaines années, encore plus indispensable qu'auparavant. Si avant

1950, environ la moitié de tous les voyageurs empruntaient l'automobile, aujourd'hui 75 % voyagent en voiture et, par conséquent sur la route. En présence de cette image nullement complète de la situation de la circulation routière, on est enclin à se poser la question de savoir pourquoi la construction de tunnels routiers à travers les Alpes n'a pas été entreprise plus tôt.

En ce qui concerne le tunnel sous le mont Blanc, l'idée est déjà très ancienne. Un projet français prévoyait, en 1907, d'abord la construction d'un tunnel ferroviaire. Vingt ans plus tard, la quantité de voitures en circulation étant insuffisante, il était question de construire d'abord un tunnel routier. Mais ce fut en 1934 seulement que les travaux préliminaires furent suffisamment avancés pour une mise en chantier. Alors éclata la guerre italo-éthiopienne, et Paris n'était plus, pour des raisons compréhensibles, aussi acharné à construire une route directe vers l'Italie. Ce n'est qu'en 1949 — cette fois-ci sur l'initiative italienne — que les études et préparatifs avaient été repris pour permettre le lancement des travaux.

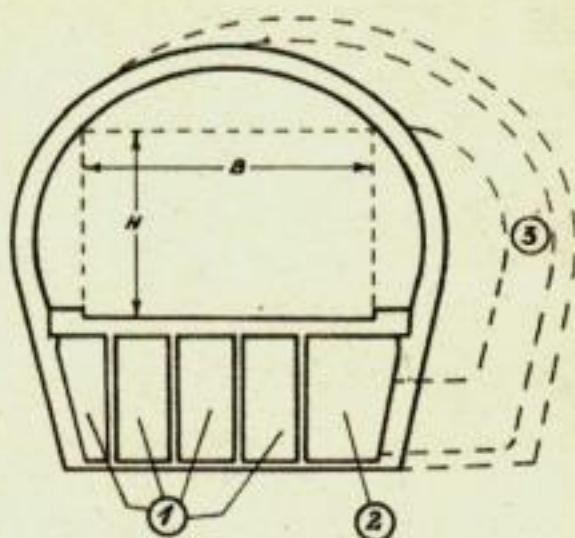
Mais les difficultés ne devaient que commencer. En plus des duretés inattendues de la roche, on était également tombé sur des



Position du tunnel du mont Blanc dans l'ensemble du Massif.

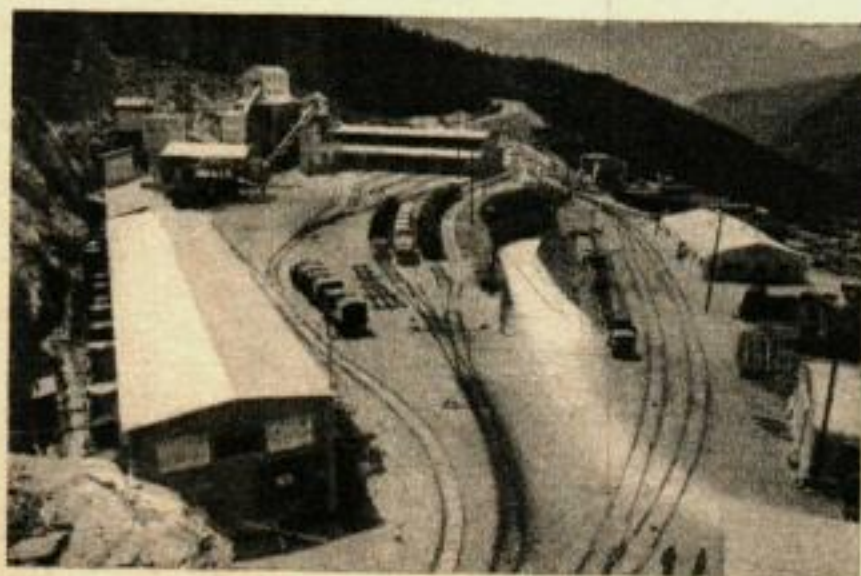
endroits mous, les zones dites mylonitiques qui traversent la montagne perpendiculairement par rapport au tunnel routier. Une zone mince se trouvait dans le tronçon de construction français et une autre, beaucoup plus importante, du côté italien. Le mylonite est une formation géologique de roche écrasée par les surfaces tectoniques sous la pression montagneuse. Cette définition fournit également l'explication des irrptions d'eau dans les deux tranches de construction presque aux endroits désignés par les géologues comme zones mylonitiques. Du côté français, j'ai pu assister moi-même à une pluie battante tombant de manière continue de la voûte non encore recouverte du tunnel. L'équipe italienne devait, en raison de la zone poreuse plus large, lutter contre des irrptions d'eau plus importantes.

La roche dure et les zones perméables constituent, conjointement avec les températures régnant à l'intérieur de la montagne et atteignant en extrémité de galerie jusqu'à concurrence de 40 degrés, la raison pour laquelle l'avance primitivement prévue de 10 à 12 m par jour ne pouvait rarement être réalisée. Une équipe faisant les trois 8 n'a



Coupe du tunnel : H=4,50 m ; B=7,00 m (largeur de chaussée utilisable). 1 : Canalisations d'arrivée d'air frais en dessous de la chaussée. 2 : Canalisations de dégagement d'air pollué. 3 : Canalisations d'aspiration de l'air usé dans le tunnel. (Tous les dessins ont été effectués par l'auteur.)

pu, en fait, avancer en moyenne que de 7 à 8 m. Mais même cette avance réduite n'a pu être réalisée que grâce à l'emploi de machines et d'appareils les plus modernes construits spécialement dans ce but, permettant un abattage rationalisé au maximum. Du côté français, la cadence de travail permettant une avance maximum de 4 mètres était la suivante : on fit d'abord avancer sur rails jusqu'en extrémité de galerie une machine à trois étages pourvue de 15 forets d'un diamètre de 44 mm chacun et d'un foret d'un diamètre de 200 mm au centre qui avait pour objet de creuser un trou central pour les explosifs ultérieurs. Ce monstre de machine à forets multiples, baptisé très justement « Jumbo » par les ouvriers, occupait toute la section du tunnel et entraînait un poids de 75 à 100 tonnes (selon l'état de la charpente). Les forets à air comprimé pénétraient jusqu'à 4 mètres dans la roche, il fallait en moyenne creuser 120 à 150 trous pour faire sauter une section complète. Il y a lieu d'y ajouter les trous qu'il fallait percer dans la voûte et les parois du tunnel afin de solidifier à l'aide de boulons la roche non recouverte. Après les explosions et l'abattage, il a en effet été né-



Une partie des bâtiments de l'exploitation et des installations sur la rampe devant l'entrée du tunnel. (Photo G. Fairraz - Chamonix.)



Le machine - perceuse à forets multiples « Jumbo » en extrémité de galerie, vue de face. Les forets sont placés par trois étages. L'étage inférieur est pourvu d'une ouverture permettant le passage de pelles électriques. (Photo G. Fairraz - Chamonix.)



Les pelles électriques — « Conway » — déblayant de la roche abattue. Au premier plan, les locomotives électriques avec les berlines déjà remplies. (Photo G. Fairraz - Chamonix.)

garnie de boulons, personne n'est autorisé à séjourner en extrémité de galerie sans mesures de sécurité particulières. Ici aussi une difficulté est apparue : au lieu des 13 000 boulons prévus, il avait été nécessaire d'en fixer un nombre plus de dix fois supérieur — à savoir 165 000 unités.

Le déblayage des masses de roches abattues était le travail le plus lent et nullement le plus simple. Deux pelles électriques de 23 tonnes et d'une capacité d'un mètre cube, chacune placée sur rails parallèles en extrémité de galerie, acheminaient les éboulis à l'aide d'un convoyeur à bande vers une berline d'une capacité de 8 mètres cubes. 90 de ces berlines qui pouvaient être chargées et acheminées sans perte de temps grâce à une installation ingénieuse étaient nécessaires pour garantir le déblayage ininterrompu d'éboulis. Il était ainsi en une journée de 24 heures possible de déblayer jusqu'à concurrence de 3 000 t de roche. Une fois dégagé « Jumbo » reprenait sa position de travail. Mais avant tout il avait été nécessaire d'ajuster les voies au mieux, car les deux équipes qui s'enfonçaient dans cette montagne avaient pour but de réaliser leur jonction et de ne pas passer l'une à côté de l'autre.

Comment est-il possible que deux groupes de travail s'enfonçant à l'aveuglette dans la montagne se rejoignent effectivement et ne passent pas à quelque 100 mètres l'un à côté de l'autre ? 100 mètres est peut-être un

peu exagéré. Mais un simple calcul trigonométrique du programme des classes élémentaires fait déjà ressortir pour le cas du tunnel du mont Blanc que si l'une des équipes travaille correctement alors que l'autre fait une erreur de calcul dans la fixation de l'angle de la direction de travail de seulement $1/2$ degré, elles seraient distantes au point de rencontre de 50 mètres. Or en matière de

Sur la plate-forme supérieure du « Jumbo ». Dans la voûte on reconnaît les boulons qui servent à solidifier la roche.





Le goujon qui s'écarte à l'extrémité avant du boulon d'ancrage. Après l'introduction dans le trou percé à cet effet la tige d'acier est solidement ancrée dans la roche du fait que les pièces fixées à l'avant s'écartent.



La coquille métallique mobile permettant de bétonner les parois du tunnel. Photo G. Fairraz - Chamonix.

géodésie 1/2 degré constitue déjà un angle énorme et les méthodes de mesurage de la géodésie ordinaire suffisent entièrement pour garantir à quelques décimètres près la rencontre sous le mont Blanc. Dans la pratique, cette précision se trouve encore accrue du fait que l'on fait avancer lors du percement effectif une galerie de direction d'un diamètre plus petit pour ensuite déblayer la section complète.

Les travaux de bétonnage du tunnel ont été exécutés de manière continue et à une distance voulue derrière les travaux de déblayage. Ils ont été réalisés selon des méthodes classiques en remplissant de béton l'espace entre la roche et une coquille métallique mobile qui fixe le rayon intérieur du tunnel. Une véritable usine destinée à la préparation du béton avait été érigée devant l'entrée du tunnel, car déjà avant les travaux de construction il avait été possible de calculer qu'il faudrait 100 000 m³ de béton pour garnir la moitié de la longueur du tunnel. Presque 1 million de kilos d'explosifs avaient été nécessaires pour faire sauter 500 000 m³ de roche utilisée pour la construction d'un immense parking devant l'entrée du tunnel.

C'est ici que commencent alors les problèmes de la circulation que cette nouvelle route devra résoudre. On compte d'après des études approfondies que 350 000 à 400 000 voitures de tous genres emprunteront annuellement ce tunnel. La zone d'influence de cette liaison directe à travers les Alpes s'étend jusqu'aux ports de la mer du Nord, qui sont reliés à la Suisse par autoroutes et jusqu'en Italie du Sud grâce à l'achèvement prochain de « l'Autostrada del Sole » reliant Naples et Milan. On suppose en outre en calculant avec les faiblesses humaines compréhensibles que tout le monde, c'est-à-dire M. Dupont et M. Dubois ne se laisseront pas ôter le plaisir d'avoir au moins une fois dans la vie passé en 15 minutes en dessous du massif montagneux le plus élevé de l'Europe. « Et au-dessus de nous le mont Blanc » peut alors déclarer M. Dubois en rentrant chez lui, bien que cela ne soit pas tout à fait exact, car le tracé du tunnel passe un peu à côté du sommet et la couche de roche la plus épaisse, soit 2 480 m couvrant le tunnel est celle de l'Aiguille du Midi.

L'aération d'un tunnel d'une telle envergure pose un problème essentiel qu'il n'y a pas lieu d'oublier. L'importance qu'il revêt

(Suite page 111)



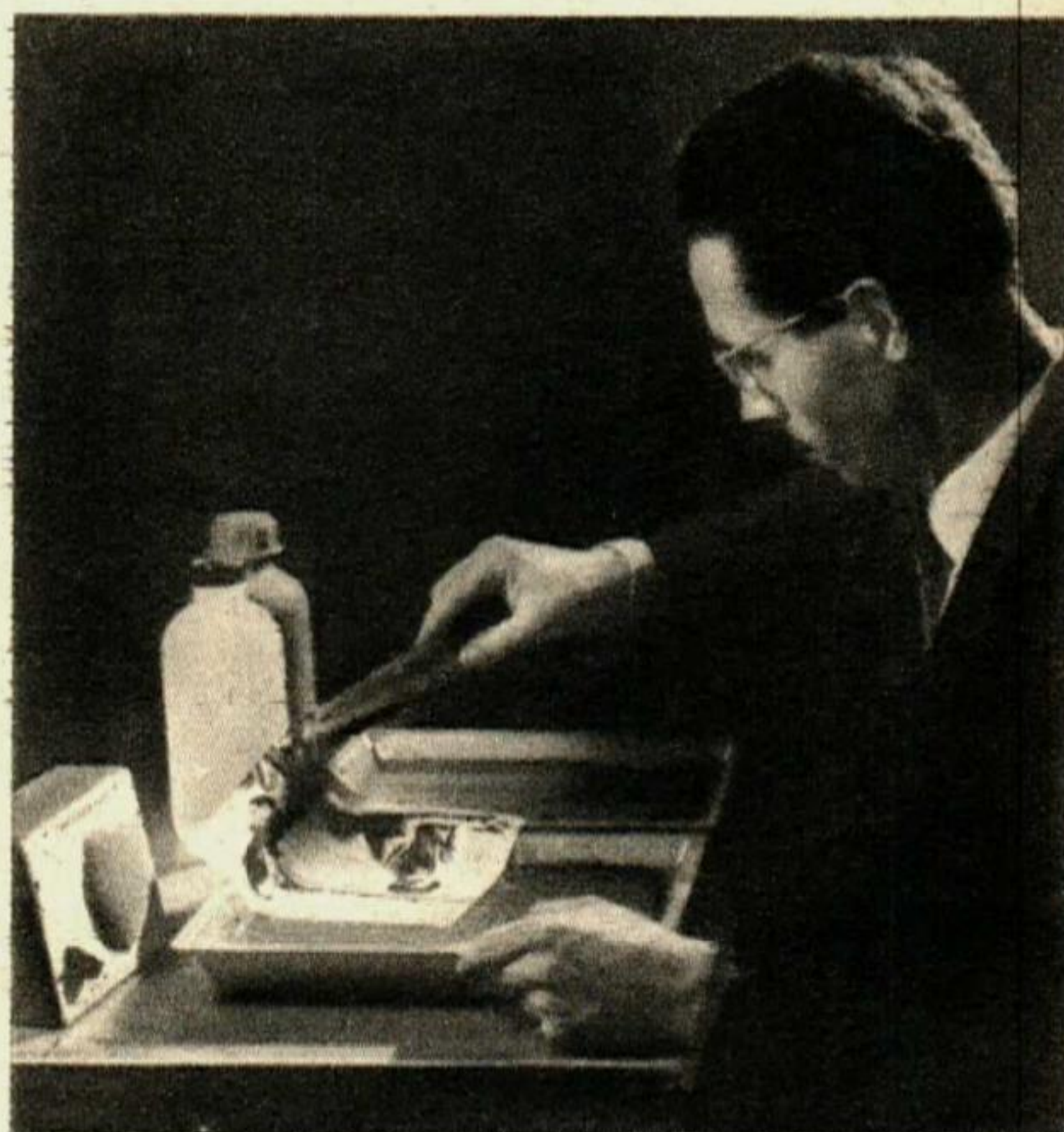
Une section déjà bétonnée près d'une voie de garage. Une telle possibilité de dégagement et de parcage est fournie tous les 300 m afin d'assurer un écoulement ininterrompu du flot de voitures en cas d'une panne. La hauteur du sol de la voie de garage (à gauche) indique en même temps à quelle hauteur se trouvera la chaussée dans le tunnel. Le gros conduit sert à l'aération du chantier en extrémité de la galerie et avant tout à aspirer la poussière dégagée par les explosions. A droite de la section transversale du tunnel on reconnaît une sorte de niche prévue tous les 50 mètres (en dehors des voies de garages). Photo G. Fairraz - Chamonix.

Le tunnel sous le mont Blanc

(Suite de la page 26)

ressort du fait que plus d'un quart de la coupe transversale du tunnel — situé en dessous de la piste — est utilisé pour l'installation d'aération. Les stations de pompage construites à chaque extrémité du tunnel, sont conçues de manière telle que pour une charge maximum de 450 voitures à l'heure, le système de ventilation peut recevoir au total 600 mètres cubes d'air frais par seconde. L'air usé et pollué se trouve en même temps aspiré. Cela signifie que la totalité de l'air dans le tunnel peut être renouvelée entièrement en 12 minutes. Ou pour illustrer la capacité d'approvisionnement en air frais par un exemple numérique, il y a lieu de signaler que pour chaque cheval-vapeur se déplaçant aux heures de pointe à l'intérieur du tunnel, on emploie 1,5 à 2 chevaux-vapeur pour l'approvisionnement en air frais. C'est un exemple impressionnant qui fait à juste titre ressortir l'effort technique qu'exige un énorme obstacle naturel si on désire le surmonter. Les frais de construction sont par conséquent également très élevés et on estime qu'ils seront amortis dans 30 ans au plus tôt. Il va sans dire que cet amortissement sera à supporter par les millions d'usagers européens du tunnel qui devront s'attendre à ce qu'on leur demande à l'entrée du tunnel un péage très élevé pour pouvoir emprunter même en hiver le chemin le plus court et le plus sûr.

Réalisez vous-même tous vos travaux photo !



Vous ne laissez à personne d'autre le soin de prendre vos photos ! Alors pourquoi ne pas les tirer, les développer et les agrandir vous-même ! Ces clichés que vous avez "amoureusement mis au point" méritent que vous vous en occupiez jusqu'au bout (avec la même passion !).

"EUROTECHNIQUE-PHOTO", premier cours de photographie par correspondance, vous offre en plus de son cours clair et détaillé, tout un matériel de très grande qualité, avec lequel vous pourrez désormais réaliser chez vous (et avec quelle économie !) tous vos travaux photos.

Vient de paraître : Nouveau cours très complet de photo-couleurs : prise de vue - développement - projection (avec, sans supplément de prix, tout le matériel nécessaire au traitement des films couleurs et un magnifique projecteur).

Pour devenir ce photographe "complet", demandez dès aujourd'hui notre brochure illustrée en postant ce bon. S.P.I. 70-33 A

Eurotechnique-photo

COURS PERSONNALISÉ PAR CORRESPONDANCE

Toute correspondance à : DIJON (Côte-d'Or)

Centre d'information : 3, rue La Boétie, Paris 8^e

BON

Veuillez m'adresser gratuitement votre brochure illustrée M.P.2-352

NON

ADRESSE

(ci-joint 2 timbres pour frais d'envoi)