Les équipements des tunnels routiers: les tunnels de Glion de l'autoroute du Léman

Autor(en): **Meystre, Paul**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **93 (1967)**

Heft 23

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-69094

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

93e année | Lausanne, 18 novembre 1967 | N° 23

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE OFFICIEL
de la Société suisse des ingénieurs et des architectes
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (SVIA)
de la Section genevoise de la SIA
de l'Association des anciens élèves de l'EPUL (Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne)
et des Groupes romands des anciens élèves de l'EPF (Ecole polytechnique fédérale de Zurich)

COMITÉ DE PATRONAGE
Président: E. Martin, arch. à Genève
Vice-président: E. d'Okolski, arch. à Lausanne
Secrétaire: S. Rieben, ing. à Genève
Membres:
Fribourg: H. Gicot, ing.; M. Waeber, arch.
Genève: G. Bovet, ing.; Cl. Grosgurin, arch.; J.-C. Ott, ing.
Neuchâtel: J. Béguin, arch.; M. Chevalier, ing.
Valais: G. de Kalbermatten, ing.; D. Burgener, arch.
Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.; M. Renaud, ing.; J.-P. Vouga, arch.

CONSEIL D'ADMINISTRATION
de la Société anonyme du « Bulletin technique »
Président: D. Bonnard, ing.
Membres: Ed. Bourquin, ing.; G. Bovet, ing.; M. Bridel; M. Cosandey, ing.; J. Favre, arch.; A. Rivoire, arch.; J.-P. Stucky, ing.
Adresse: Avenue de la Gare 10, 1000 Lausanne

RÉDACTION
D. Bonnard, E. Schnitzler, S. Rieben, ingénieurs; M. Bevilacqua, architecte
Rédaction et Editions de la S.A. du « Bulletin technique »
Tirés à part, renseignements
Avenue de Cour 27, 1000 Lausanne

ABONNEMENTS

1 an	Suisse	Fr. 40.—	Etranger	Fr. 44.—
Sociétaires	»	» 33.—		
Prix du numéro	»	» 2.—	»	» 2.50

Chèques postaux : « Bulletin technique de la Suisse romande » N° 10 - 5775, Lausanne

Adresser toutes communications concernant abonnement, vente au numéro, changement d'adresse, expédition, etc., à : Imprimerie La Concorde, Terreaux 29, 1000 Lausanne

ANNONCES
Tarif des annonces:

1/1 page	Fr. 423.—
1/2 »	» 220.—
1/4 »	» 112.—
1/8 »	» 57.—

Adresse: Annonces Suisses S.A.
Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26, 1000 Lausanne et succursales

SOMMAIRE

Les équipements des tunnels routiers. Les tunnels de Glion de l'autoroute du Léman, par Paul Meystre, ingénieur diplômé EPUL, Bonnard & Gardel, ingénieurs-conseils SA.
Bibliographie. — Union internationale des architectes (UIA).
Documentation générale. — Documentation du bâtiment. — Informations diverses.

LES ÉQUIPEMENTS DES TUNNELS ROUTIERS

LES TUNNELS DE GLION DE L'AUTOROUTE DU LÉMAN

par PAUL MEYSTRE, ingénieur diplômé EPUL, Bonnard & Gardel, ingénieurs-conseils SA.

1. Introduction

Pendant très longtemps — depuis le début de l'ère des chemins de fer — les problèmes de tunnels ne concernaient pratiquement que ceux destinés aux voies ferrées. Il s'est agi surtout de techniques touchant le génie civil et où les questions relatives à l'équipement étaient de minime importance. En effet, la traversée de tunnels de chemins de fer par des convois électrifiés n'exige, de façon générale, que des équipements limités.

Le développement de la circulation routière et plus particulièrement des autoroutes entraîne la construction de nombreux ouvrages d'art et en particulier d'importants tunnels routiers. Les problèmes que pose la circulation routière pour ceux-ci résultent des différences fondamentales qui différencient le trafic routier et l'exploitation ferroviaire. Le tunnel routier traversé par des véhicules indépendants, avec des conducteurs différents par leur formation, leurs aptitudes, leur âge, leur caractère, sans régimes et allure imposés (si ce n'est la valeur maximale de la vitesse) est à l'origine de sujétions sévères concernant la sécurité et le trafic et qui vont se traduire sur la conception de l'équipement. La haute densité du trafic à atteindre exige, elle aussi, pour le conducteur, la possibilité d'une perception visuelle satisfaisante, quel que soit l'emplacement dans l'ouvrage et le moment de la journée.

Les véhicules motorisés actuels, générateurs de gaz et de fumées, qui rapidement rendent l'atmosphère inadmissible pour l'individu, que ce soit par les risques pour sa santé (CO) ou par l'abaissement inadmissible de la perception visuelle du milieu (fumées), joueront un rôle déterminant pour les questions de ventilation, par exemple.

Les autoroutes ont leur raison d'être dans la nécessité d'assurer des trafics extrêmement élevés. Il ne peut donc être question de tolérer sur leur parcours des zones prétéritées qui fatalement réduiraient le niveau du trafic de l'ensemble. C'est dire que les ouvrages d'art — et

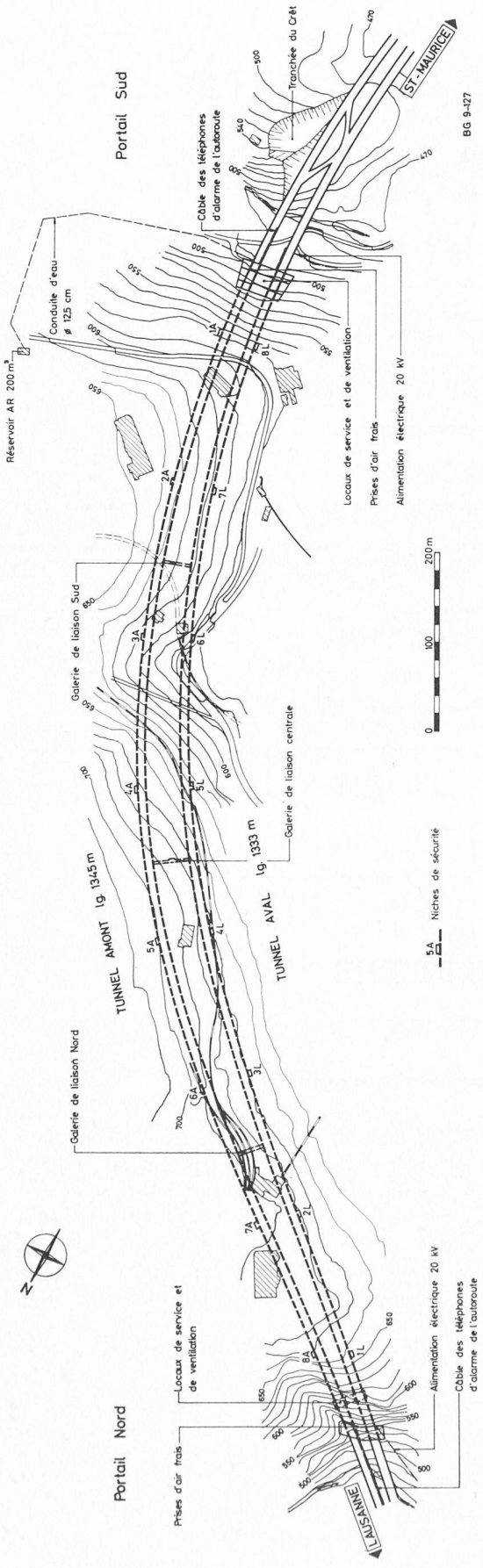


Fig. 1. — Plan de situation.

en particulier les tunnels — doivent faire l'objet d'études et de mesures particulières permettant d'assurer sans restrictions, là comme ailleurs, le trafic prescrit.

On constate que cela pose la résolution d'une gamme de problèmes très divers qui interfèrent tous sur l'équipement, problèmes de doctrines à établir d'abord, qui se traduisent ensuite par la conception d'équipements adéquats.

L'origine des autoroutes est trop récente pour que le stade des études de base et des solutions générales soit clos. Les solutions retenues dans les ouvrages existants n'ont pas atteint une convergence leur donnant une portée générale et définitive. Les études de Glion, elles aussi, apportent une contribution à la définition de bases générales valables dont la normalisation future suivra le développement de la technique dans ce domaine.

Les études poursuivies se sont développées dans deux directions.

Dans le premier groupe, il s'est agi de la définition des conditions de base, qui vont déterminer les équipements et dont les facteurs les plus importants concernent la topographie, le trafic, l'éclairage, la ventilation, les conditions relatives à l'exploitation et à la sécurité.

Par le deuxième groupe sont fixées les caractéristiques générales des équipements qui découlent des données réunies dans le premier groupe et qui concernent principalement l'alimentation en électricité, l'éclairage, la ventilation, la sécurité, enfin les problèmes d'exploitation.

2. Les tunnels de Glion. Topographie

Les deux tunnels se situent sur le tronçon de l'autoroute du Léman (N 9) au-dessous du village de Glion. Ils débouchent au nord sur un viaduc qui franchit la Baye de Montreux ; au sud sur le pont qui enjambe la Veraye. L'orientation générale des tunnels est nord-sud (fig. 1).

Chaque tunnel est à deux voies de circulation et est prévu pour un trafic normalement unidirectionnel. La longueur des tunnels est légèrement différente, 1350 m pour le tunnel amont, 1340 m pour le tunnel aval.

La pente est de 2,6 % pour le tunnel amont et 2,35 % pour le tunnel aval. Relevons en passant que la pente est un facteur qui va être déterminant pour les calculs de la ventilation.

Le profil correspond au gabarit pour routes nationales de première classe (fig. 2).

Trois galeries de liaison, partageant les tunnels en quatre tronçons, permettent d'assurer des liaisons de service et de sécurité.

A chaque extrémité des tunnels sont aménagés des locaux destinés à l'équipement et à l'exploitation.

Au nord, où la sortie débouche dans une paroi rocheuse, les locaux sont souterrains et sont prévus pour une sous-station d'électricité, deux stations de ventilation (tunnels amont et aval) (fig. 4).

Au sud, le débouché se fait dans une pente boisée, fortement inclinée.

Un bâtiment extérieur, accolé à la montagne entre les deux tunnels, est destiné :

— aux stations d'électricité à HT avec transformateurs, distribution, salle de commande ;

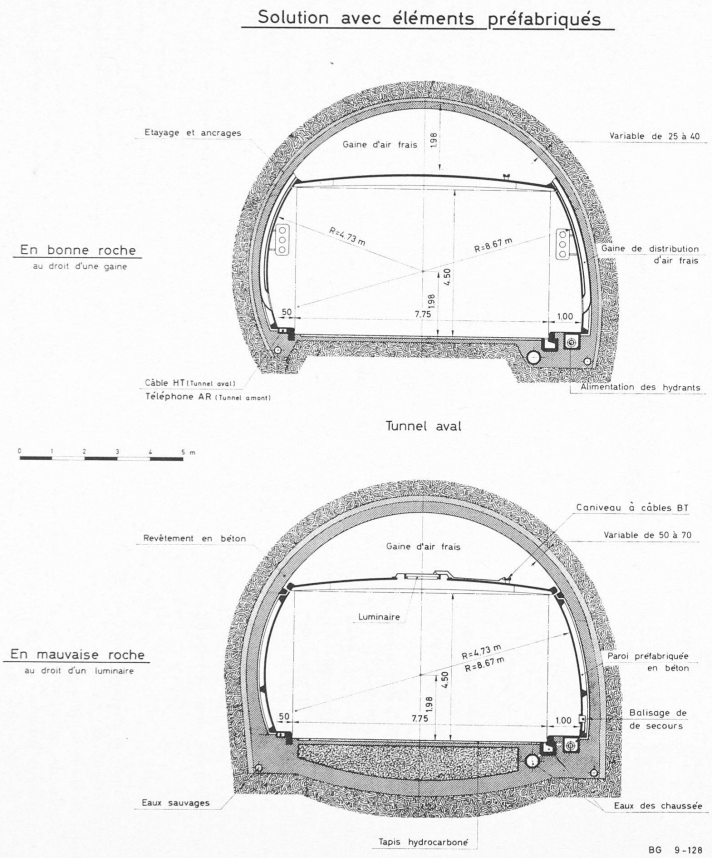


Fig. 2. — Profil type.

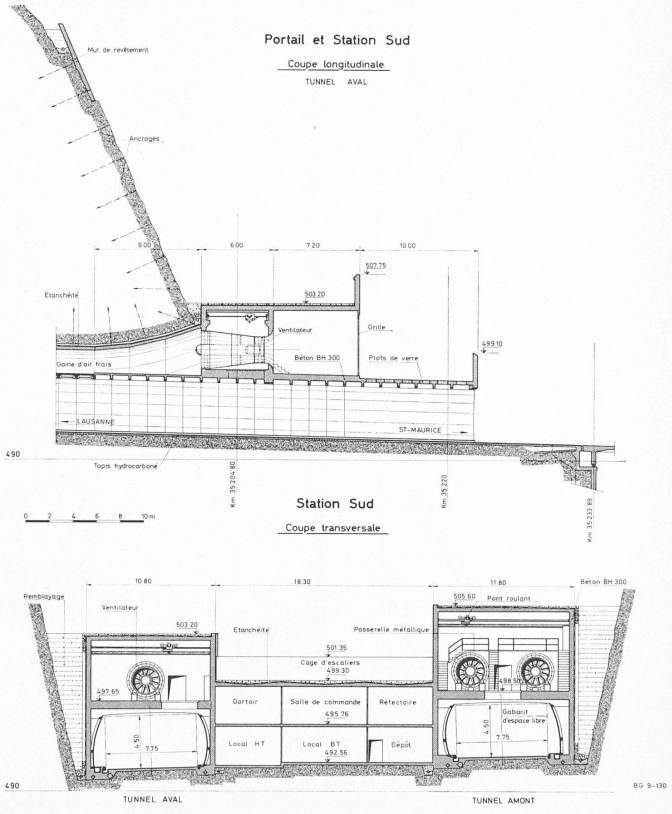


Fig. 3. — Portail Sud.

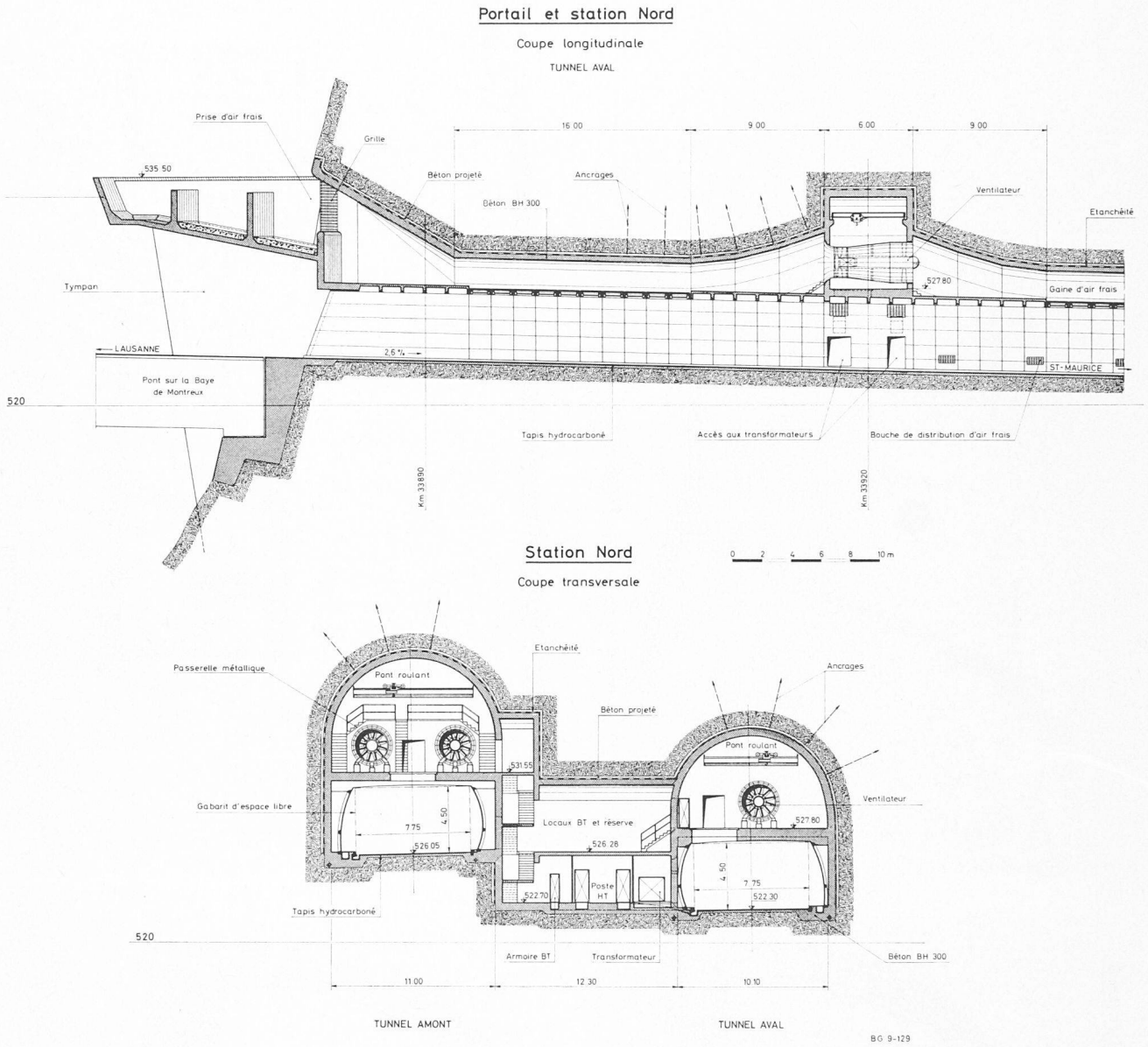


Fig. 4. — Portail Nord.

— aux deux stations de ventilation immédiatement au haut des débouchés des deux tunnels ;
— au poste de commande du trafic et destiné à l'exploitation (fig. 3).

Ce qui précède résume la disposition générale adoptée. Il faut relever que cela implique le choix des matériels correspondant aux données relatives au trafic et qu'une doctrine d'emploi ait été préalablement établie. Il a donc fallu définir la conception générale de l'exploitation et de l'équipement, notamment choisir le mode d'action du centre d'exploitation du tunnel au portique de Glion Sud et ses rapports — matériels et doctrine d'exploitation — avec le Centre d'exploitation de l'autoroute à Rennaz, dont il dépend.

3. Trafic

Le *trafic* comporte uniquement les véhicules autorisés sur les autoroutes.

La pointe du trafic horaire a été admise à 3600 unités-véhicules par tunnel, à la vitesse de 50 à 60 km/heure. La vitesse maximale autorisée prévue présentement dans l'ouvrage est de 80 km/h.

Le trafic unidirectionnel par tunnel est montant dans le tunnel amont, descendant dans le tunnel aval. Un trafic bidirectionnel, occasionnel, doit cependant être possible.

4. Eclairage

Une vérité est évidente. L'utilisation des tunnels routiers à haut trafic exige un éclairage adéquat dont l'importance est particulièrement grande dans les conditions de fonctionnement *de jour*. Il est utilisé de nuit selon des normes différentes.

L'expérience acquise dans l'éclairage des tunnels routiers a rapidement démontré l'importance particulière des problèmes relatifs à l'entrée et à la sortie des tunnels, eu égard aux possibilités d'adaptation de l'œil du conducteur et aux énormes différences d'éclairement qui se présentent entre la lumière naturelle de l'extérieur et l'intérieur des tunnels éclairé artificiellement.

Il en résulte que :

— l'éclairage diurne maximal est déterminant pour l'établissement des performances à réaliser par les installations d'éclairage ;

— chaque tunnel est subdivisé en zones caractérisées par leur longueur et par leur niveau d'éclairement maximal (fig. 5).

Avant l'entrée, il est indiqué d'atténuer la transition de l'éclairage extérieur très intense à l'éclairage intérieur artificiel. Des dispositifs artificiels, des paralumes réalisent le mieux cette opération. Ils ont été étudiés puis écartés pour des raisons autres que techniques. On obtiendra dans une certaine mesure l'effet désiré en veillant que la zone extérieure précédant l'entrée soit aussi sombre que possible (verdure, tonalité des ouvrages, etc.).

La zone de pénétration doit être parfaitement éclairée pour permettre aux conducteurs, encore à l'extérieur, d'avoir une perception suffisante sur le tronçon correspondant à une vitesse de 80 km/h. Un niveau d'éclairement de 1500 lux a été adopté.

Dans la *zone d'adaptation* qui suit, on passe progressivement du niveau élevé de 1500 lux à celui de la zone suivante, la *zone centrale*, où l'éclairage diurne est de 45 lux.

A la sortie, une zone d'adaptation facilite l'accommodation de l'œil pour le débouché sur l'éclairage extérieur.

L'éclairage nocturne est uniforme et réduit à la moitié de l'éclairage diurne de la zone centrale, soit à 22,5 lux environ.

Le niveau d'éclairage diurne pour la zone de pénétration et la zone d'adaptation varie en fonction de l'éclairement naturel existant, grâce à des dispositifs de réglage automatiques. La permanence de l'éclairage doit être absolue. Un groupe de secours alimente de façon continue le circuit d'éclairage nocturne des tunnels qui constitue l'éclairage de secours.

Le choix du système des sources lumineuses s'est porté sur l'éclairage par lampes à vapeur de sodium. La lumière émise est monochromatique, jaune, située dans la zone du spectre lumineux où l'œil humain présente une sensibilité maximale au contraste des luminances.

La disposition des sources lumineuses doit permettre de réaliser les éclairements prescrits et correspondra aux conditions économiques optimales. Cela conduit à une disposition ponctuelle des sources avec des espacements permettant d'éviter l'effet néfaste de papillotement, compte tenu des vitesses prescrites.

Il est important d'obtenir un défilement des points lumineux. Ce résultat est obtenu par l'encastrement des luminaires dans le faux plafond d'une part, et par la présence des nervures aux éléments préfabriqués d'autre part. Les luminaires pourront ainsi être complètement soustraits à la vue directe des conducteurs de voiture. Le *pas* des luminaires devra en outre tenir compte de celui des éléments préfabriqués (fig. 2).

L'éclairage diurne doit être réglé en fonction des éclairements naturels régnant à l'extérieur des ouvrages. A cet effet, des cellules photoélectriques mesurent le niveau de l'éclairement naturel dans la zone extérieure de l'entrée et commandent automatiquement les régimes d'éclairage des zones de pénétration et d'adaptation correspondants. L'éclairage diurne de la zone centrale reste inchangé. Il y a trois régimes de fonctionnement :

— le régime 3 max : 1/1 avec 1500 lux dans la zone de pénétration
— le régime 2 : 1/2 avec 750 lux »
— le régime 1 : 1/6 avec 250 lux »

avec l'éclairement extérieur maximum correspondant à 100 000 lux, 58 000 lux et 22 000 lux.

L'éclairage diurne de la *zone centrale* est de 45 lux, quel que soit l'éclairement naturel à l'extérieur. Il est mis en service dès que l'éclairement naturel dépasse 1400 lux.

La zone de sortie avec deux niveaux atteint un éclairement maximal de 450 lux ; un palier à 150 lux est destiné à correspondre à l'éclairage naturel extérieur lorsque celui-ci a un éclairement inférieur à 22 000 lux.

Les luminaires sont logés dans les faux plafonds ; des alvéoles ont été ménagées à cet effet. Le montage et l'entretien se fera par le haut à partir de la galerie de ventilation.

Une extinction totale, même de courte durée, étant inadmissible, le groupe de secours de la station Sud alimente en permanence, par sa génératrice, le réseau BT de secours, qui est constitué par les éclairages nocturnes des deux tunnels.

En exploitation normale, l'entraînement est assuré par un moteur électrique ; toute défaillance de l'alimentation électrique normale entraîne le démarrage automatique du moteur diesel, et cela sans interruption aucune de l'alimentation du circuit secouru.

La définition des installations telle qu'elle figure plus haut donne les niveaux d'éclairement et les moyens matériels de les réaliser. Elle est insuffisante pour préciser leur effet perçu par le conducteur, si cela correspond à l'optimum recherché.

En effet, le flux lumineux émis aboutit sur les chaussées et les parois et c'est de là que, réfléchi, il atteint

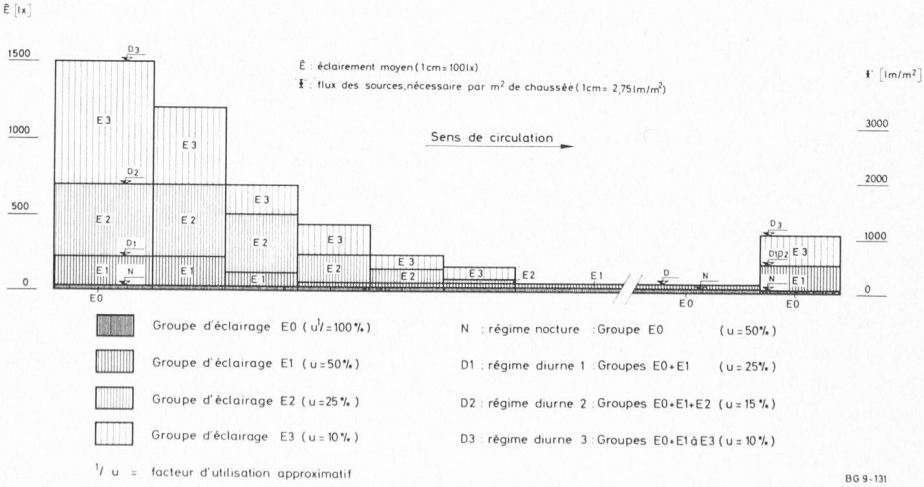


Fig. 5. — Eclairements moyens.

l'œil du conducteur considéré. On passe ainsi des éclairements aux luminances : but final recherché de tout le processus.

Ce premier échelon échappe partiellement au constructeur des luminaires ; il est aussi du ressort de celui qui construit le revêtement des chaussées. Il y a donc lieu de choisir très soigneusement ce matériau pour obtenir les courbes et facteurs de réflexion les meilleurs.

Ces éléments bien définis constitueront des données indispensables qui permettront aux constructeurs des luminaires de les doter des qualités voulues pour que les flux lumineux issus des lampes atteignent l'œil de l'utilisateur dans les conditions les meilleures.

Dans la zone de pénétration, des tonalités claires donneront la luminance élevée qu'il faut réaliser pour assurer la meilleure transition avec l'extérieur, dont l'éclairement est d'un tout autre ordre.

Un éclairage de *balisage* intervient pour les cas où toutes les installations normales sont hors service.

Des sources lumineuses seront installées à 40 cm au-dessus du niveau de la chaussée.

5. Ventilation

Le choix du système de ventilation a fait l'objet d'importantes études.

Le système de ventilation semi-transversal a été adopté (fig. 6). Il comprend les ventilateurs qui insufflent l'air frais dans une gaine qui longe le tunnel, sise à Glion à sa partie supérieure. De là, une distribution régulière s'effectue par des descentes et bouches de distribution réparties uniformément à la hauteur des trottoirs. L'air vicié s'échappe longitudinalement par les portails.

Les débits d'air de ventilation doivent assurer l'évacuation des gaz d'échappement émis par les véhicules tout en évitant des concentrations inadmissibles de gaz toxiques, en particulier du monoxyde de carbone (CO).

La concentration limite fixée ne doit pas, même pour de courtes périodes, dépasser la teneur maximale de 240 ppm. En fait, ce sera pratiquement toujours très au-dessous de cette valeur limite déjà relativement élevée mais encore temporairement admissible pour des tunnels courts.

Le débit nécessaire est fonction de différents facteurs : intensité, composition et vitesse du trafic, pente de la chaussée, altitude du tunnel, montée ou descente des véhicules.

L'application de l'ensemble de ces considérations donne pour le tunnel amont : 416 m^3/s (par station d'extrémité 208 m^3/s) ; pour le tunnel aval : 140 m^3/s (par station d'extrémité 70 m^3/s).

Les débits d'air spécifiques pour les tunnels amont et aval sont ainsi entre eux dans le rapport de 3 à 1. La cause principale en est la pente, ascendante (fort dégagement CO) dans le tunnel amont, descendante dans le tunnel aval. Des installations de ventilation complètement différentes sont donc prévues de ce fait.

Réglage de la ventilation. Le débit des ventilateurs sera automatiquement réglé en fonction de la teneur en CO et de l'opacité de l'air mesurée par des détecteurs placés dans chacun des tunnels (fig. 7).

Tunnel amont

— Nombre d'échelons de réglage : 4
— Echelonnement en pour-cent : 100 - 75 - 50 - 37,5 %

Tunnel aval

— Nombre d'échelons de réglage : 2
— Echelonnement en pour-cent : 100 - 50 %

L'air frais est aspiré au travers d'une prise dont l'emplacement évite le mieux possible toute recirculation d'air vicié et présente les pertes de charge les plus réduites. Les ventilateurs donnent la pression voulue pour acheminer l'air aspiré dans la gaine d'air frais située entre le tunnel et le faux plafond. La disposition de la prise d'air résulte d'essais sur modèle. La prise d'air a le même axe et est au-dessus des chaussées dans le prolongement direct de la gaine d'air frais dont elle est séparée par la station de ventilation correspondante. Les ventilateurs seront axiaux.

La station de ventilation comprend :

— la prise d'air frais ;
— le local des ventilateurs avec les ventilateurs et les moteurs, les engins de levage ;
— un canal de raccordement aérodynamique entre les groupes et la galerie de ventilation ;
— les accès pour le personnel et pour le matériel (fig. 7 et fig. 3).

Fonctionnement

Comme déjà relevé plus haut, les données de base diffèrent complètement entre les tunnels amont et aval (débits, pressions, durée de fonctionnement), ce qui entraîne des stations et des ventilateurs différents. Les conditions les plus sévères concernent le tunnel amont, avec deux ventilateurs par station et quatre régimes de ventilation pour assurer un service s'adaptant bien aux conditions du trafic et entraînant un minimum de consommation d'énergie. Au tunnel aval, un seul ventilateur à deux régimes de vitesse sera suffisant par station.

Les instruments de détection (CO et opacité) effectueront leurs mesures dans chaque tunnel.

Les organes de commande et de réglage seront donc distincts pour chaque tunnel ; en revanche les deux stations d'un même tunnel seront commandées en parallèle et fonctionneront simultanément sous le même régime.

Les quatre régimes de ventilation sont réalisés par la variation de vitesse des ventilateurs. Celle-ci est obtenue par l'entraînement d'un moteur à quatre vitesses ou encore de deux moteurs à deux vitesses. Tout le processus de mesure, de réglage et de commande est entièrement automatique. L'entraînement prévu est direct.

Un organe de fermeture automatique pour chaque ventilateur empêchera l'air d'être refoulé de la gaine d'air frais dans le local des ventilateurs.

Les stations de ventilation ne seront pas occupées en permanence. Le contrôle de leur fonctionnement doit se faire à distance. A cet effet, une série d'informations et d'alarmes sont transmises à la salle de commande de la station Sud et au centre d'exploitation de Rennaz, où une permanence est assurée.

Insonorisation

Bien que les portails des tunnels ne soient pas situés dans des zones à haute densité de population, il est à prévoir que, même avec les distances des portails aux maisons existantes, il sera nécessaire de prendre des dispositions pour abaisser le niveau du bruit aux prises d'air, en particulier pour le tunnel amont.

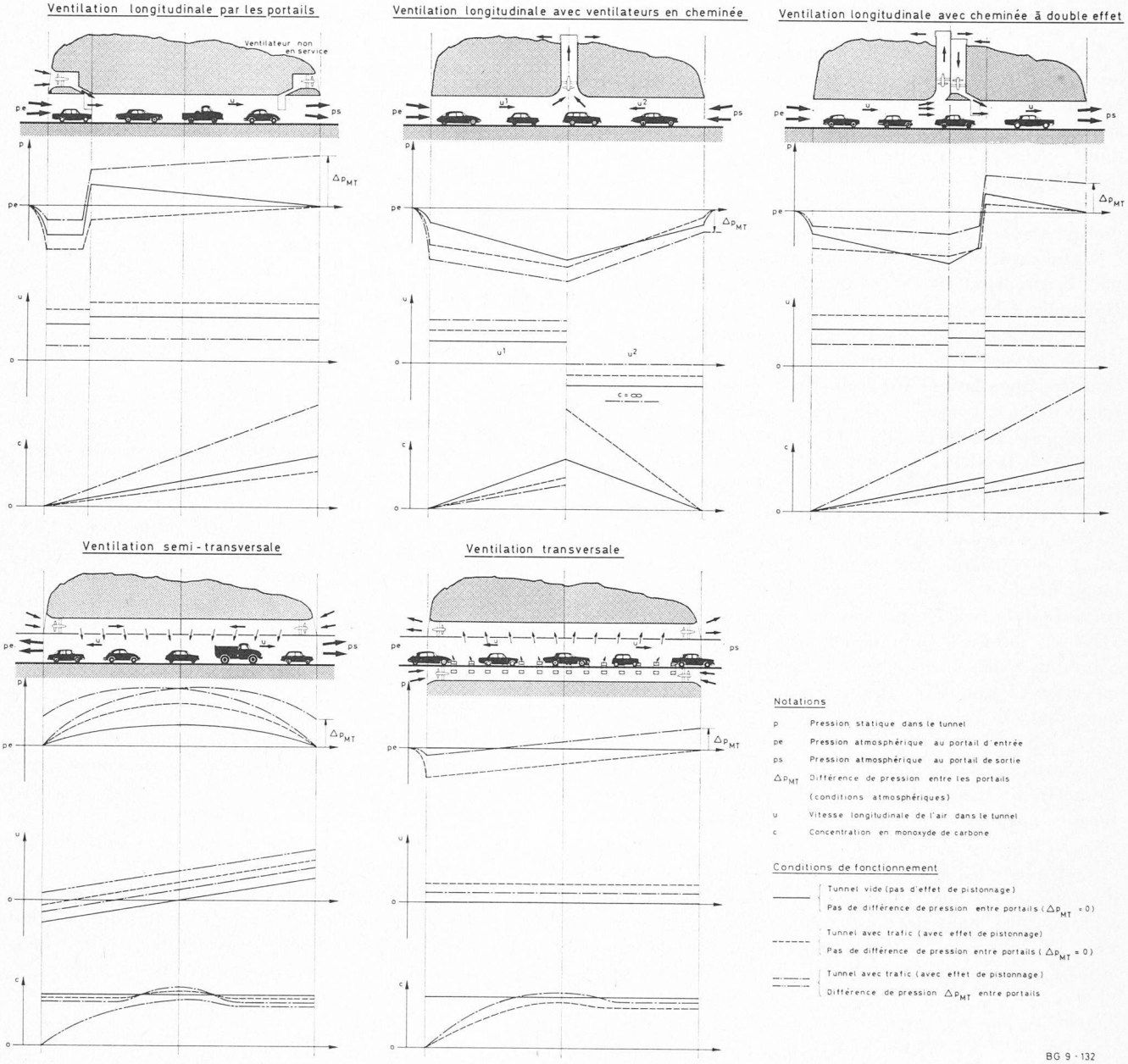


Fig. 6. — Les différents systèmes de ventilation.

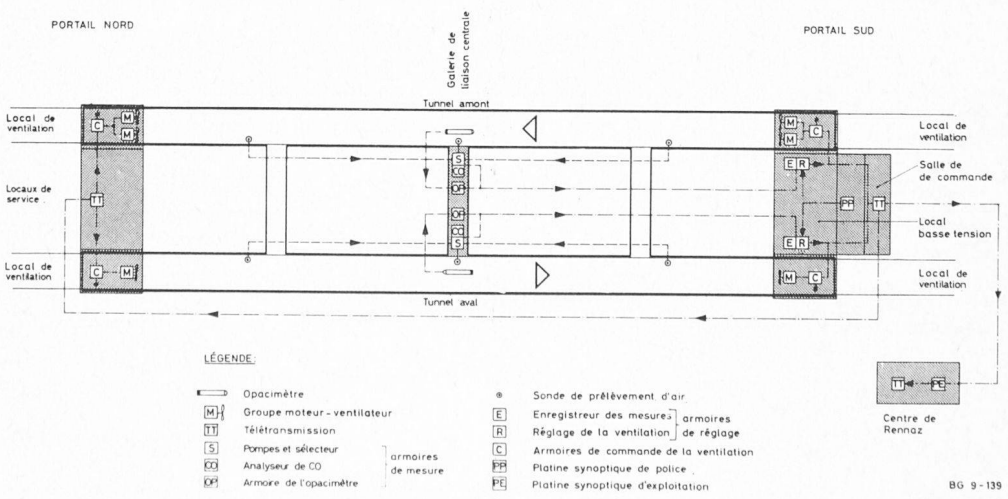


Fig. 7. — Réglage et commande de la ventilation.

6. L'alimentation en électricité

Les chapitres qui précèdent permettent une constatation importante. L'électricité joue un rôle majeur dans l'exploitation des tunnels. La puissance absorbée par l'éclairage sera de l'ordre de 150 kW en régime maximum ; pour la ventilation dans les mêmes conditions, 650 kW environ sont nécessaires.

Compte tenu d'autres facteurs, il faut donc retenir une puissance absorbée de l'ordre de 1000 kW.

L'alimentation, faite en haute tension, sera assurée par l'entreprise électrique de la région, la Société Romande d'Electricité.

La permanence du service est primordiale. La sécurité de service la meilleure exige une double alimentation des installations du tunnel par des sources différentes. Cela se trouve pratiquement réalisé par les deux raccordements partant, l'un du réseau d'interconnexion à 20 kV de la SRE à Territet et aboutissant à la station Sud du tunnel, l'autre, de l'Usine de Taulan de la SRE pour atteindre la station Nord du tunnel. Un câble à 20 kV, tiré dans le tunnel, relie les stations Nord et Sud. Ainsi est constituée une boucle à 20 kV de 2,5 km de longueur, boucle qui se ferme par le réseau d'interconnexion de la SRE qui dispose lui-même de plusieurs voies en parallèle pour acheminer la production des usines du Valais sur le réseau de la SRE. La production locale de l'Usine de Taulan se trouve, elle aussi, incorporée dans le circuit (fig. 8).

Un poste de transformation par station avec deux transformateurs triphasés, dont l'un en réserve, mais connecté, de 630 kVA, assure l'alimentation à la basse tension normale triphasée de 380/220 volts qui constitue la tension de service des installations des tunnels.

Les appareils, instruments et installations qui matérialisent le schéma décrit plus haut sont logés à la station Nord, dans des locaux souterrains, et à la station Sud, dans le bâtiment adjacent à la montagne, entre les deux tunnels. Là se trouve également la salle de commande et les locaux de service nécessaires aux deux tunnels.

Un groupe de secours destiné à l'éclairage des tunnels et à l'alimentation des installations de service de première urgence est aussi installé dans les locaux basse tension à la station Sud.

La salle de commande centralise les organes et instruments de mesure, de contrôle et de commande des installations électriques de la boucle haute tension, des postes de couplage Nord et Sud et des postes de transformation Nord et Sud. Elle comporte également un centre de circulation et d'exploitation du trafic des tunnels et dispose pour cela d'installations de télésignalisation et de télécommande des installations concernant le trafic du tunnel et de ses avancés.

Les données aboutissant à la salle de commande sont acheminées automatiquement au centre d'exploitation de Rennaz. Il est ainsi possible d'assurer une exploitation satisfaisante sans qu'une permanence soit assurée au centre Glion Sud.

L'équipement tel qu'il est conçu permet, en exploitation normale, un service sans personnel permanent. Des dispositifs de signalisation voulus assurent automatiquement la surveillance et alertent, si nécessaire, le centre d'exploitation de Rennaz qui, lui, est desservi en permanence.

7. Sécurité

L'équipement des tunnels ayant une action directe sur le trafic peut être décomposé en deux grandes catégories :

— les installations qui sont faites pour réaliser les conditions normales du trafic et assurent ainsi *l'exploitation des tunnels* ;

— les installations qui n'interviennent que lorsque des événements de quelque ordre que ce soit viennent perturber cette situation. Il s'agit alors de tout ce qui a trait à la *sécurité*.

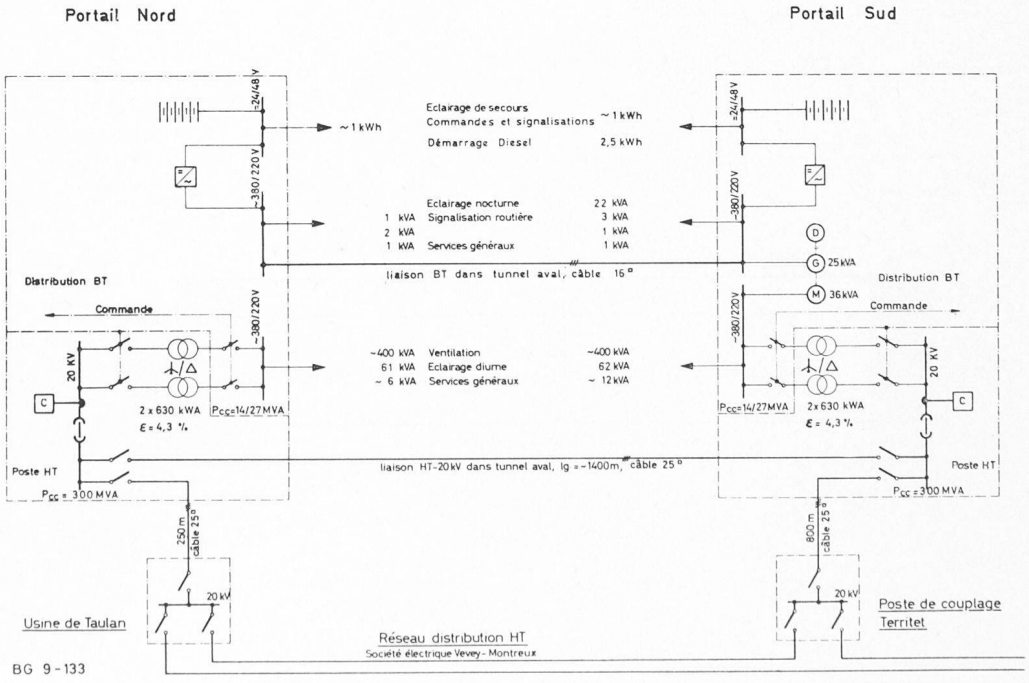


Fig. 8. — L'alimentation et la distribution électriques.

On aura ainsi dans cette deuxième catégorie les équipements concernant :

a) l'alimentation et la distribution de l'eau ;
b) la détection incendie ;
c) les téléphones et extincteurs ;
d) la signalisation routière.

a) *Alimentation et distribution de l'eau*

L'installation d'un réseau d'hydrants satisfait à des besoins de deux ordres :

— La sécurité : le réseau d'hydrants est disponible pour combattre des incendies importants, les postes de premier secours des pompiers faisant face aux sinistres mineurs par leurs moyens organiques, extincteurs, mousse, etc.
— L'exploitation : principalement pour le nettoyage périodique des tunnels.

Dans les deux cas, une pression et un débit suffisant doivent être disponibles.

Un réservoir de 200 m³ assure l'alimentation de tous les besoins en eau des tunnels. Il comprend une réserve incendie de 150 m³ constamment disponible.

Les installations d'hydrants du tunnel correspondent aux normes relatives aux tunnels ; la canalisation de distribution est posée en caniveau.

La jonction réservoir-tunnel par une tuyauterie de 125 mm de diamètre permet de disposer d'un débit de 1500 m/mn (trois lances), la pression de service étant alors de 12 à 6,5 atmosphères, suivant l'emplacement de l'hydrant dans le tunnel considéré.

b) *Détection incendie*

Un des facteurs essentiels de l'efficacité de la lutte contre l'incendie est la rapidité d'intervention ; ceci est particulièrement valable dès que les sinistres atteignent une certaine importance. Bien que des moyens d'alarme (téléphone) et d'intervention (extincteurs) entraînent une signalisation automatique au centre de circulation de Rennaz, l'expérience a démontré que dans les cas où il s'agit de sinistres importants, les moyens de lutte sur place ne sont pas utilisés, les conducteurs n'ayant qu'une seule préoccupation : s'échapper. Il est donc nécessaire de prévoir, pour les tunnels de la catégorie à laquelle appartient Glion, une installation de détection automatique avec signalisation à distance (fig. 9).

Il s'agit :

— de détecter les incendies importants éclatant dans l'espace réservé au trafic ;
— de les signaler au portail Sud et au Centre de Rennaz ;
— en cas d'incendie, d'arrêter le trafic à l'amont du sinistre, par l'action de la signalisation routière.

Cette installation comprend des détecteurs qui sont répartis sous les faux plafonds des tunnels et reliés par groupe à un centre de surveillance sis au portail Sud.

c) *Téléphones et extincteurs*

Un équipement téléphonique destiné aux usagers et aux services d'exploitation de l'autoroute est prévu. Il est complètement séparé du réseau PTT. Il est en revanche intégré, au point de vue de l'exploitation, au réseau des téléphones d'alarme de l'autoroute.

L'installation téléphonique de secours des tunnels comprendra notamment :

— le réseau de secours, accessible aux usagers ;
— le réseau d'exploitation, destiné aux services d'exploitation (surveillance et entretien des équipements techniques).

Le réseau de secours comprend huit stations d'appel par tunnel. Le réseau d'exploitation est constitué par ces mêmes stations complété par celles des locaux de service (locaux, galeries de liaison).

Les deux réseaux aboutissent aux stations d'écoute de Glion Sud et de Rennaz.

D'autres fonctions annexes sont assurées par les mêmes installations : il s'agit de

— l'affichage de l'emploi des extincteurs ;
— l'actionnement automatique d'éléments de la signalisation routière lors de l'utilisation des téléphones de secours et des extincteurs ; un affichage correspondant à la situation se marque à Glion Sud et à Rennaz (fig. 10).

d) *Signalisation routière*

Généralités

La présence des tunnels de Glion sur le tracé de l'autoroute pose des problèmes de sécurité particuliers.

L'ensemble de la signalisation dépend à la fois de Glion Sud et du centre de Rennaz (fig. 11).

Ces deux derniers organes se différencient de la façon suivante :

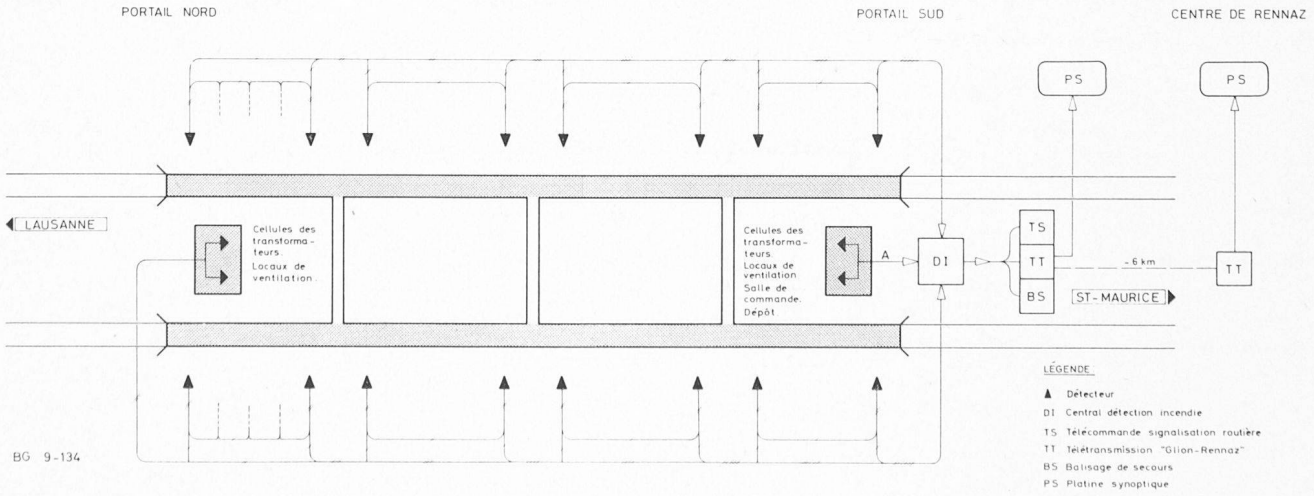


Fig. 9. — Détection incendie. — Schéma.

— Le centre de Rennaz, occupé en permanence, reçoit essentiellement les informations directes et détaillées relatives au trafic ; accessoirement lui parviennent certaines informations globales concernant la surveillance des équipements.
— Glion Sud, occupé par intermittence, est équipé pour rassembler les informations détaillées concernant la situation de l'équipement ; accessoirement certaines données concernant le trafic, transmises à Rennaz, sont répétées au tableau de Glion Sud.

On a ainsi à Glion Sud les informations constituées par l'affichage et le marquage

— de données d'exploitation ou de défaut ;
— de décisions : intervention d'organes mémoires de consignes ;
— des interventions : commandes automatiques et manuelles.

La signalisation du trafic est automatique ; elle couvre tous les cas de trafic pouvant se présenter dans les tunnels ; elle intervient en cas d'accident et peut être alors complétée par des dispositifs commandés manuellement ou mis en place par les soins du centre de Rennaz (fig. 12).

Câblage

Un réseau de câbles important et étendu assure l'alimentation, la commande et la surveillance des installations. Il est logé sur le faux plafond des tunnels. Il étend ses antennes jusqu'aux signaux les plus avancés et aboutit au poste de Rennaz.

8. Exploitation

a) *Généralités*

Les conditions régissant l'exploitation découlent de la structure des équipements, résultant eux-mêmes de la doctrine qui a servi de base à la réalisation. Cette doctrine fixe les missions qui découlent des conditions à remplir par les autoroutes nationales. La détermination du personnel d'exploitation nécessaire, de ses tâches et des moyens mis à sa disposition sont la traduction sur le plan matériel et personnel des prescriptions établies et de leur application, eu égard aux conditions locales qui doivent être prises en considération.

Les clauses les plus importantes concernent :

— l'alimentation en électricité ;
— les transmissions ;
— les problèmes de sécurité.

b) *Alimentation en électricité*

Elle est définie dans ses grandes lignes au chapitre 6. L'élément primordial à réaliser, la continuité du service, exige à la fois des possibilités techniques et de matériel aussi grandes que possible et une disponibilité élevée de personnel qualifié d'intervention. Cela ne peut être atteint qu'en utilisant de la façon la plus étendue les possibilités du réseau à haute tension du fournisseur,

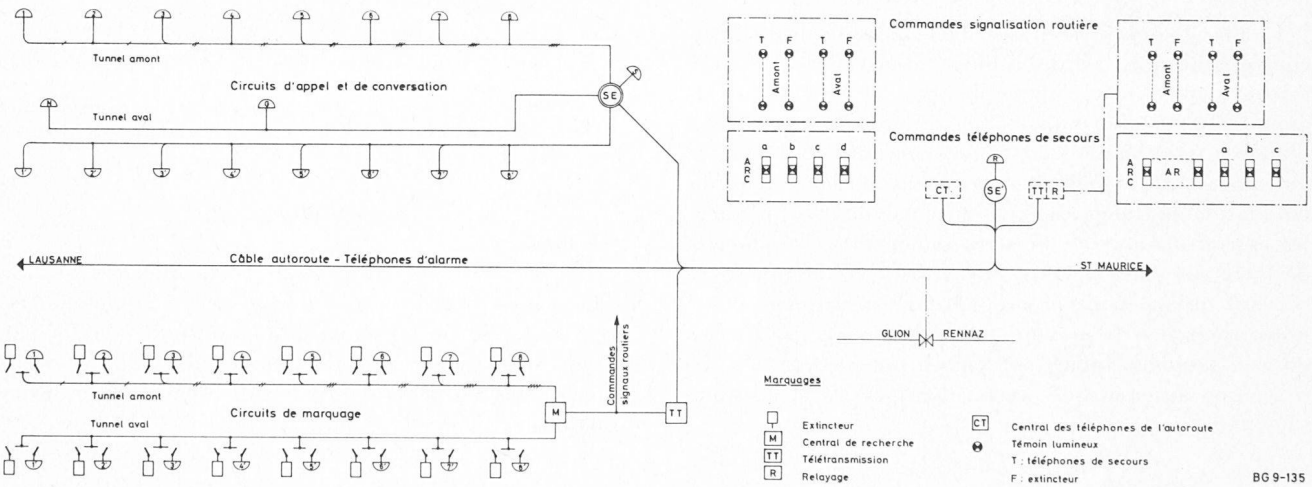


Fig. 10. — Téléphones de secours.

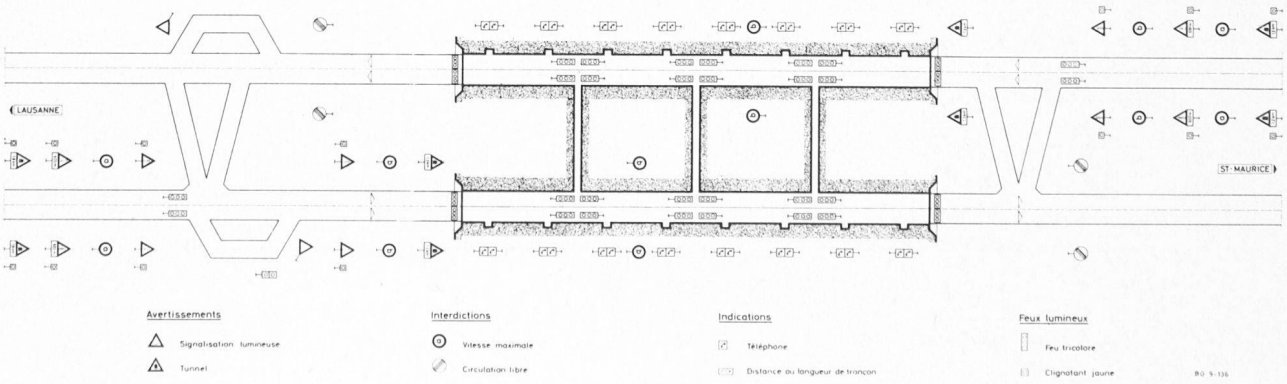


Fig. 11. — Signalisation routière.

la SRE. Cela implique également l'intervention du personnel de cette société en cas de difficultés dans l'exploitation.

L'exploitation du réseau de distribution à basse tension de la salle de commande de Glion Sud, des circuits d'éclairage du tunnel, de l'alimentation des installations de ventilation, etc., incombe aux organes de l'autoroute.

Du personnel d'entretien sera basé, en principe, au centre de circulation de Rennaz.

Il est important que soient rassemblées les meilleures conditions pour assurer un service continu et sans aléas. Il en résultera un minimum de perturbations et lorsqu'elles se produiront, il sera possible d'assurer le rétablissement des conditions normales dans un temps minimum.

c) *Transmissions*

Les tunnels de Glion sont équipés d'importantes installations d'exploitation et de sécurité, qui se trouvent implantées aux emplacements de leur utilisation dans les tunnels ou pour certaines loin à l'extérieur. Leur fonctionnement est, dans la plupart des cas, automatique. La surveillance et l'entretien sont assurés en principe par le centre d'exploitation de Rennaz, où le service est permanent. Dans certains cas, la station

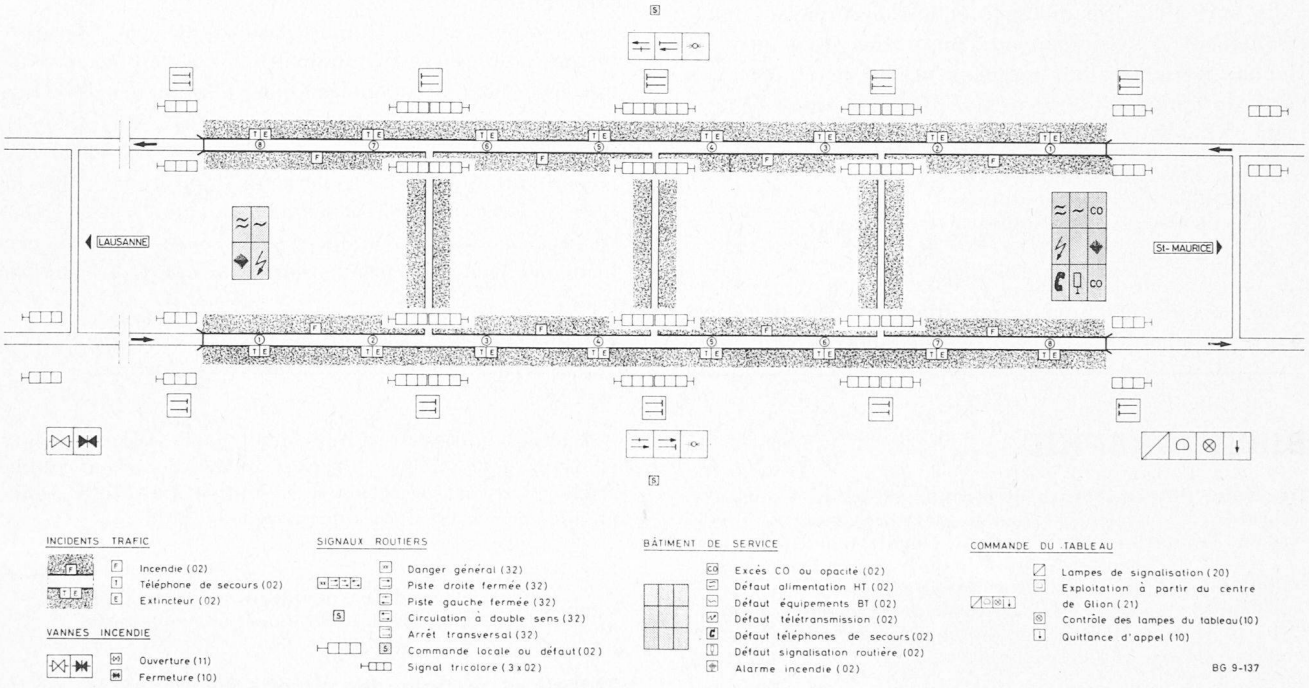


Fig. 12. — Centre de Rennaz. — Schéma.

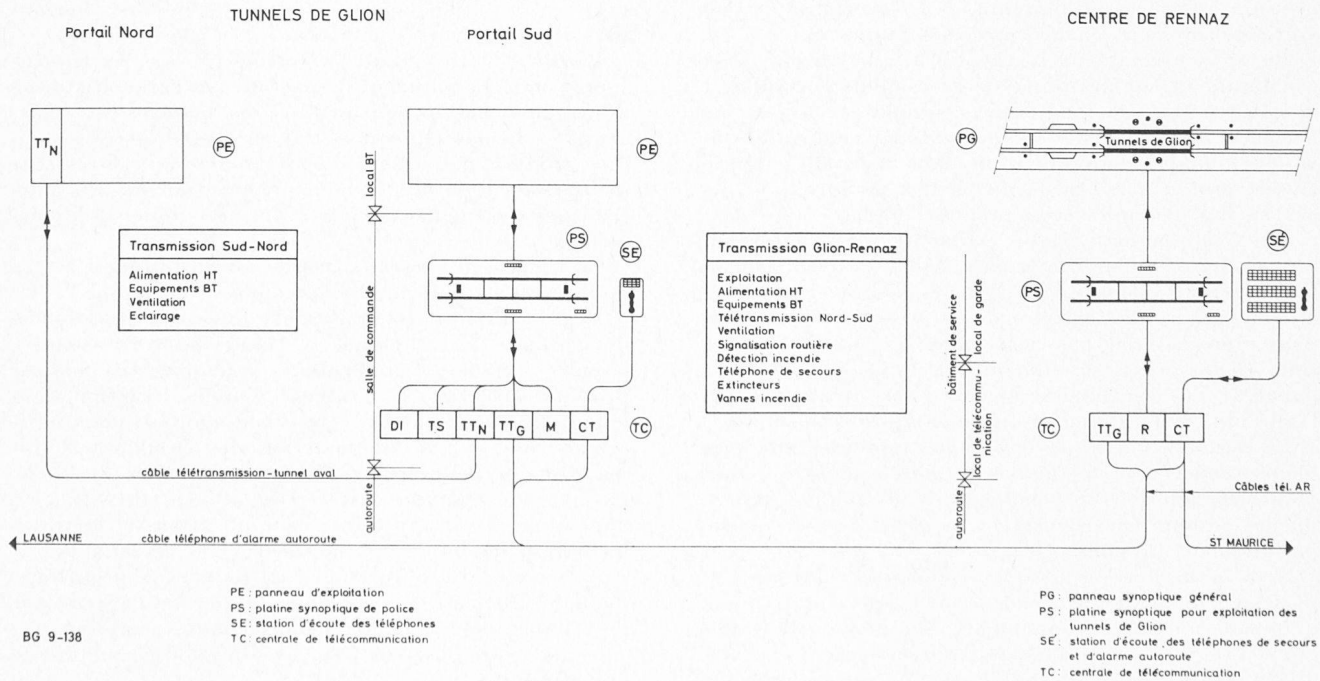


Fig. 13. — Télétransmissions.

Glion Sud, temporairement occupée, reprendra l'exploitation, le centre de Rennaz étant alors déchargé de cette fonction, mais continuant à être orienté et à pouvoir intervenir.

Les fonctions à remplir peuvent être définies succinctement comme suit :

A Glion Sud se trouve le centre de commande et de surveillance de l'ensemble des équipements ; son occupation est prévue temporaire.

A Rennaz se trouvent répétées, sous une forme globale, les informations concernant des défauts éventuels ainsi que les informations circonstanciées relatives à la circulation routière (signalisation concernant le trafic, téléphones d'alarme, signalisation incendie (fig. 13).

La surveillance à distance et automatique du fonctionnement des équipements du tunnel du centre de Rennaz permettra au moment voulu de lancer sans perte de temps les services techniques chargés de l'entretien. Les fonctions assumées sont de trois ordres :

— les commandes manuelles ;
— les affichages d'exploitation ;
— le marquage des défauts.

d) *Sécurité*

En complément des caractéristiques de matériels décrits au chapitre 7, il y a lieu de souligner que l'ensemble du système implique la disjonction permanente au centre de Rennaz du personnel régulateur du trafic — les organes de police — et de spécialistes de l'entretien des équipements. Les indications globales de Rennaz sont suffisamment explicites pour détacher les spécialistes correspondant au genre de panne signalée.

Les données plus détaillées signalées au poste de commande de Glion Sud permettront d'intervenir avec le maximum d'efficacité et dans un temps minimum.

9. Conclusions

La brève description des équipements des tunnels de Glion nous paraît suffisante pour permettre au lecteur une constatation :

L'équipement des tunnels d'autoroute pose des problèmes nombreux et complexes dont la résolution exige l'intervention des techniques les plus modernes, telles l'électronique, les télécommunications, etc. Celles-ci sont juste suffisantes pour assurer un trafic élevé correspondant au niveau général de l'autoroute dans un tronçon particulièrement délicat, un tunnel, et ceci tout en garantissant des conditions de sécurité dont les performances doivent correspondre à la haute intensité du trafic.

Lausanne, octobre 1967.

BIBLIOGRAPHIE

Décision, déterminisme et temps, par *G. L. S. Shackle*, professeur de sciences économiques, Université de Liverpool. Traduit de l'anglais par G. Devillebichot, professeur agrégé à la Faculté de droit et des sciences économiques de Toulouse, et P. Boisseau, ancien élève de l'Ecole polytechnique, ancien élève de l'Ecole des sciences politiques. Paris, Dunod, 1967. — Un volume 16 × 24 cm, XIV + 266 pages, 31 figures. Prix : broché, 28 F.

L'auteur analyse dans cet ouvrage, sous tous ses aspects, et dans une forme à la fois philosophique et didactique, l'opposition apparente, mais toujours en discussion, entre la liberté totale de jugement et de décision, réservées à l'individu, et la possibilité de prévoir, spécialement en matière économique.

On y voit comment la théorie ainsi élaborée, axée constamment sur des objectifs économiques, conduit à la construction de diagrammes simples et utiles, qui permettent d'introduire les éléments psychologiques de la décision, après leur valuation, dans une analyse objective et profonde des bases du parti à prendre dans des cas ou des exemples économiques concrets.

Dans la première partie est analysée la notion de temps, dont l'apparente unicité dissimule trois aspects très différents, selon qu'il s'agit des réalités d'une part, et, de l'autre, des échelles de mesures imaginées soit pour représenter le passé, soit pour exposer des intentions et des prévisions. La suite de l'exposé s'attache à l'analyse des sentiments et des vues, imaginées par l'individu, très différentes d'éléments probabilisables.

La dernière partie de l'ouvrage, appliquée aux problèmes concernant le taux de l'intérêt, montre à quel point les réactions psychologiques et morales individuelles restent hasardeuses et ne peuvent être qu'imparfaitement prévues.

A la lumière de ce livre, on pourra conclure que le professeur Shackle met l'accent sur l'aspect proprement indivisible du comportement humain, et montre à quel point il est illusoire et dangereux de dissocier ses aspects divers, historiques, philosophiques, politiques et psychologiques de l'économie.

L'exposé intéresse d'une façon générale mathématiciens et psychologues et plus particulièrement industriels et statisticiens pour les indications qu'il donne en matière de gestion financière.

Sommaire :

1. Du temps. — 2. De l'incertitude. — 3. De l'attirance. — 4. La prévision d'une modification de la prévision. — 5. Quelques exemples dans le domaine économique.

Théorie et pratique des circuits électroniques, par *L. Q. Orsini*. Bibliothèque technique Philips, 1967.

Ce livre très complet sur les circuits électroniques et leurs composants est destiné en particulier aux étudiants des écoles d'ingénieurs ou aux ingénieurs désirant perfectionner leurs connaissances en électronique.

L'auteur analyse tout d'abord les tubes et les transistors et montre comment en partant des caractéristiques de ces éléments on peut déduire des modèles physiques ou des schémas équivalents aptes à être intégrés dans une analyse de circuits. Une technique intéressante utilisée à cet effet est la décomposition des caractéristiques d'éléments actifs en caractéristiques de diodes idéales.

La théorie des réseaux passifs est ensuite exposée en détail : analyse de mailles et analyse de nœuds.

Le reste du livre est consacré à une étude approfondie des circuits électroniques à tubes et à transistors : circuits à diodes, amplificateurs à couplage RC, amplificateurs accordés, générateurs d'ondes, réaction dans les amplificateurs. Dans cette étude, l'auteur nous initie aux critères d'analyse modernes des circuits tels que diagrammes de pôles et zéros, diagrammes de Bode, critère de Nyquist, critère de Routh-Hurwitz. Un appendice décrit brièvement l'application de la transformation de Laplace à la théorie des réseaux.

A la fin du livre un recueil de nombreux problèmes, malheureusement sans les solutions, permet l'application des connaissances acquises dans chaque chapitre.

Ce livre s'impose surtout par son exposé moderne et didactique.

G. B.