Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 92 (1966)
Heft: 20

Artikel: L'aménagement de la place Chauderon à Lausanne
Autor: Guisan, François
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-68388

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

92e année Lausanne, 8 octobre 1966 N° 20

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; J. Favre, arch.; A. Robert, ing.; 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

L'aménagement de la place Chauderon à Lausanne, par François Guisan, ingénieur.
Bibliographie. — Les congrès. — Société suisse des ingénieurs et des architectes.
Documentation générale. — Documentation du bâtiment. — Informations diverses.

L'AMÉNAGEMENT DE LA PLACE CHAUDERON À LAUSANNE

par FRANÇOIS GUISAN, ingénieur, associé-copropriétaire de Bonnard & Gardel, ingénieurs-conseil, à Lausanne

Les autorités communales de Lausanne, désirant améliorer la pénétration dans le centre de cette ville et en même temps dégager l'un de ses carrefours les plus encombrés, ont décidé de transformer la place Chauderon en permettant au trafic automobile de traverser cette dernière sur plusieurs niveaux. Dans ce but, elles ont décidé, en première étape, l'aménagement d'un tunnel routier, dont elles ont étudié et fixé les caractéristiques principales du tracé, et de deux passages souterrains pour piétons. Le tunnel routier, qui permet la traversée dans les sens Renens-Lausanne et Lausanne-Renens, comporte une bifurcation en direction d'Echallens. Cette dernière ne pourra cependant être mise en service qu'ultérieurement, l'aménagement définitif de la sortie sur l'avenue d'Echallens étant actuellement rendu impossible par la présence de la gare du chemin de fer LEB, dont le déplacement est projeté pour être réalisé dans quelques années.

Ultérieurement aussi, il est prévu de compléter les aménagements décrits ci-dessous par une traversée en viaduc sur l'axe nord-sud.

Dispositions de génie civil

I. *Description du projet* (fig. 1 et 2)

En plan, l'ouvrage principal, le tunnel routier proprement dit, a la forme d'un Y, dont le tronc comporte trois voies, soit deux dans le sens est-ouest et une dans le sens inverse, l'accès est se faisant par une trémie située approximativement au sud de la place Chauderon ; la branche principale au sud débouche dans l'avenue de Morges et possède deux voies de sens opposés ; la branche nord débouchera dans l'avenue d'Echallens et comptera, lorsqu'elle pourra être réalisée, une seule voie dans la direction Lausanne-Echallens.

Les emplacements des ouvrages d'entrée — trémies — (fig. 3 et 4) étant imposés par la présence d'immeubles à préserver dans le secteur intéressé, ont une conséquence sensible sur le profil en long de l'ouvrage. En effet, il était nécessaire de pouvoir disposer, en surface, et de part et d'autre de chaque trémie, d'au moins deux voies de circulation. Cela dictait donc non seulement la fixation de l'emplacement de ces trémies à des endroits où l'on disposerait d'une largeur suffisante,

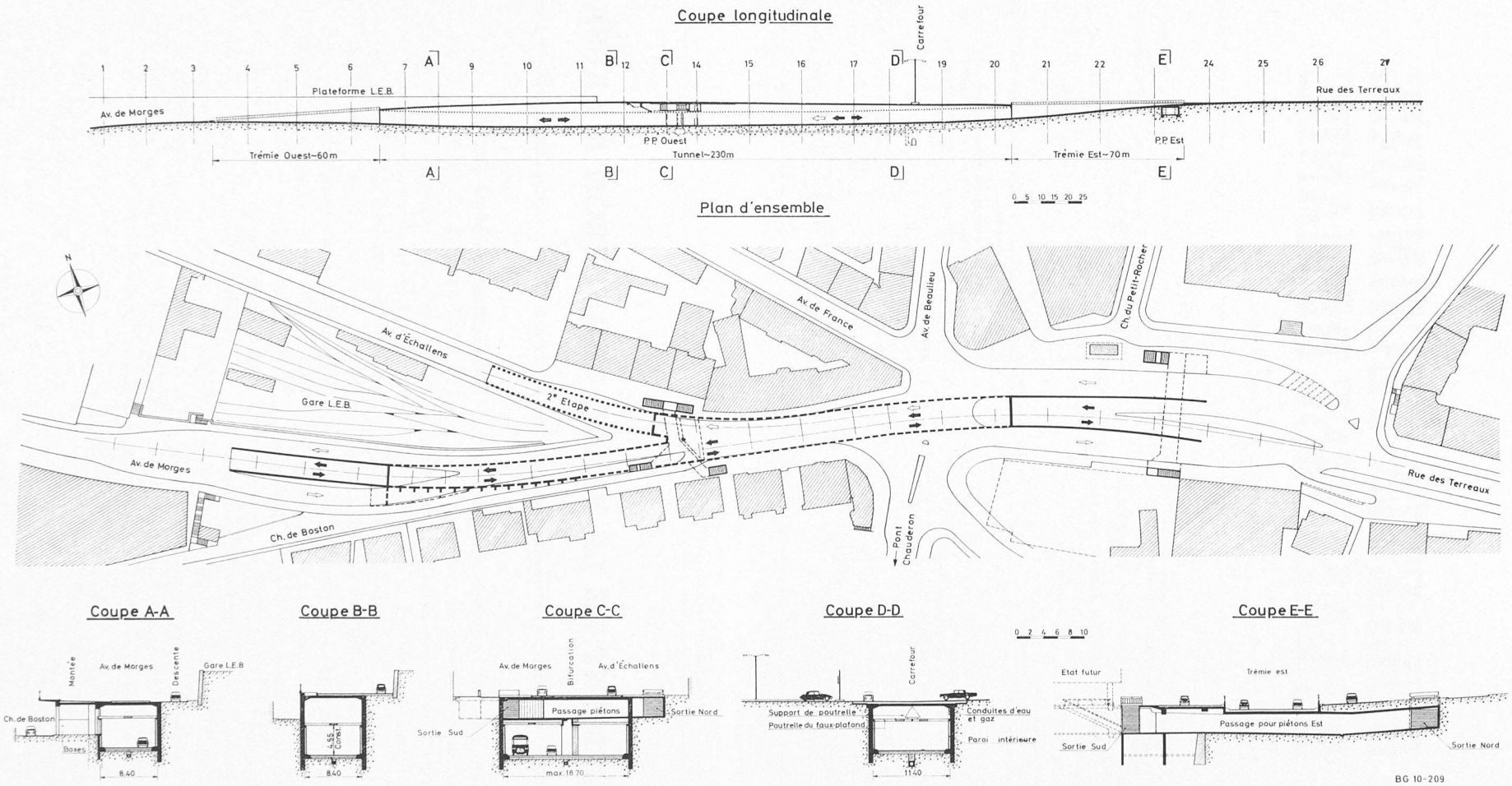

Fig. 1. — Plan d'ensemble et coupes.

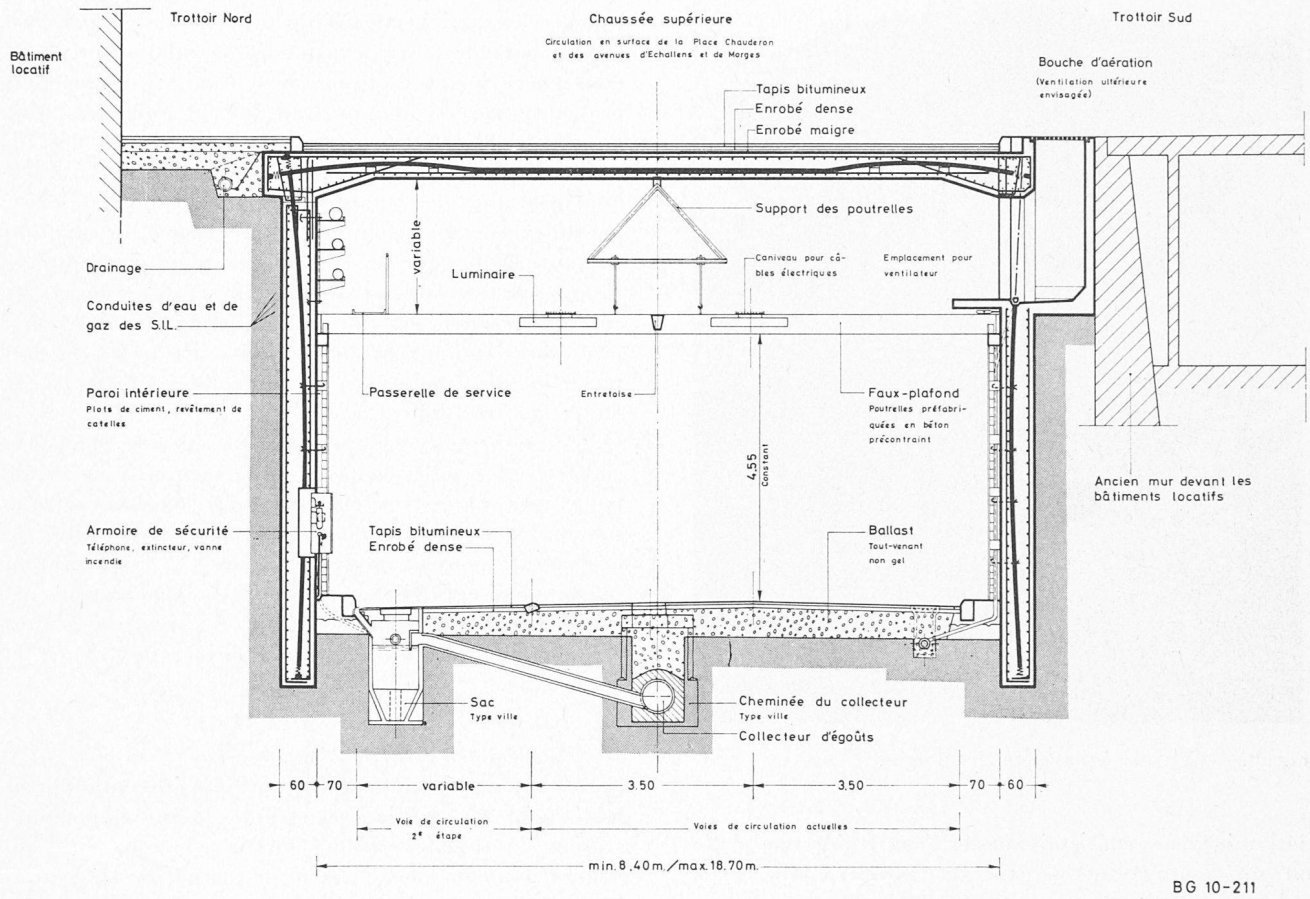

Fig. 2. — Coupe transversale type.

mais aussi cela obligeait d'adopter une pente relativement forte pour diminuer leur longueur. C'est la raison pour laquelle le profil en long présente une forme en cuvette très prononcée, le point bas de la chaussée inférieure se trouvant environ 10 m sous la chaussée de surface. Enfin, il faut noter que la partie ouest du tunnel, ou « galerie », n'est enterrée complètement que du seul côté nord, car la présence, au sud, du chemin de Boston qui descend vers l'ouest plus rapidement que l'avenue de Morges, a conduit à concevoir cette partie comme une galerie partiellement au-dessus du niveau du sol de ce chemin et qui est constituée d'une structure en béton armé.

Il s'est rapidement avéré que la meilleure solution pour le profil en travers, le niveau de la chaussée inférieure étant

Fig. 3. — Trémie à la place Chauderon.

Fig. 4. — Trémie à l'avenue de Morges.

déterminé, ne consistait pas à construire une dalle ou un voûtage au niveau du gabarit voulu, mais qu'il convenait de placer la dalle le plus haut possible, c'est-à-dire au niveau de la chaussée supérieure. Ainsi, on supprimait toutes les charges mortes qu'auraient provoquées les remblais et l'on pouvait donc réduire la structure porteuse en conséquence. En outre, l'espace libéré entre le plafond du tunnel et l'intrados de la dalle supérieure est utilisable : il permet de loger des canalisations de tout genre des services publics (eau, gaz, électricité, téléphone) et de créer facilement un passage pour piétons supplémentaire. D'autre part, cet espace a également pu être utilisé pour l'aménagement de la salle de commande des installations électromécaniques du tunnel. Enfin, il permettait, dans une certaine mesure, de simplifier le problème de la ventilation de tout l'ouvrage.

Le profil en travers du tunnel est donc formé d'un cadre dont les deux murs verticaux sont encastrés dans le terrain à leur base et sont liés entre eux par la dalle supérieure. Les dimensions de ce cadre sont variables puisqu'elles tiennent compte d'une part, en hauteur, de l'enfoncement progressif de la chaussée du tunnel et, d'autre part, en largeur, de l'élargissement lui aussi progressif qui précède la bifurcation en direction d'Echallens. A l'est du début de cet élargissement, la largeur libre du cadre est de 11,40 m et s'élève jusqu'à 18,70 m à la bifurcation proprement dite.

L'ensemble du système est précontraint, sauf sur une faible longueur, dans la partie ouest (galerie).

Les solutions adoptées pour l'exécution devaient tenir compte également d'un impératif absolu : il n'était pas question de supprimer la circulation en surface ; il n'était possible que de la limiter dans une certaine mesure. En effet, l'ouvrage, dans sa partie la plus large, remplissait complètement l'espace existant entre les immeubles adjacents, dont les fondations viennent presque toucher les murs verticaux du tunnel. D'autre part, s'il eut été possible de supprimer toute circulation privée, il était en revanche indispensable de laisser passer tous les transports en commun (tramways et trolleybus) sans possibilité de détournement. En effet, le dépôt des TL se trouve précisément sur l'avenue de Morges, à quelques centaines de mètres à l'ouest du tunnel. Il était, par ailleurs, peu économique de procéder à l'excavation de toute la largeur de la chaussée pour construire le tunnel par tranches à l'air libre : le maintien de la circulation précitée eut alors exigé d'aménager des ponts provisoires coûteux et encombrants. En outre, le soutènement des fondations des immeubles adjacents eût été rendu très difficile.

Pour respecter ces impératifs, on a décidé (fig. 5) de construire les dalles-éléments de la section transversale par étapes successives, chacune d'elles n'empiétant que sur une partie de la chaussée. La partie laissée libre de la chaussée pouvait alors être réservée à la circulation (moyennant naturellement le déplacement des voies de tram). Une fois le cadre construit, l'excavation du tunnel pouvait alors être faite à l'abri et sans gêner la circulation.

II. *Problèmes d'exécution* (fig. 5)

Des sondages préliminaires, ainsi que l'exécution préalable pour les Services électriques d'une importante station de transformation, jouxtant le mur nord du tunnel, avaient montré que le sol, de nature très variable, consistait en molasse fortement marneuse recouverte de marne plus ou moins argileuse ou sableuse. Dans la partie ouest de l'ouvrage, on se trouvait dans une zone de moraine recouverte de remblais récents. La suite des travaux a fait ressortir que les différents niveaux étaient extrêmement variables et que l'ouvrage était, à certains endroits, pour ainsi dire à cheval sur une ancienne falaise de molasse creusée par le Flon. En outre, de nombreux blocs de rochers d'origine glaciaire et parfois de grande dimension ont été rencontrés. Ces circonstances n'ont pas été sans influencer défavorablement le rythme des travaux.

On a donc commencé par exécuter le mur nord en employant le procédé des parois en béton moulé dans le sol sous une boue de bentonite. Les murs, d'une épaisseur en principe égale à 60 cm, étaient fondés avec une fiche suffisante pour obtenir l'encastrement voulu. Immédiatement après l'excavation d'un panneau de mur d'en général 3,90 m de longueur, les armatures et les câbles de précontrainte étaient descendus dans la tranchée sous forme de « paniers » préassemblés. De grandes précautions ont dû être prises pour assurer l'étanchéité des gaines de câbles et pour permettre le contrôle de cette étanchéité, afin que la présence de bentonite ne vienne pas empêcher la mise en tension ultérieure des câbles. Cette précontrainte était nécessaire pour assurer la continuité du cadre lors de son achèvement. Après la construction des murs, la partie correspondante de la dalle de chaussée supérieure était exécutée, soit à peu près la moitié nord de la chaussée. De nombreuses précautions étaient alors prises pour que, malgré la faible longueur des câbles, la résistance au glissement du béton sur le sol ne nuise pas à la

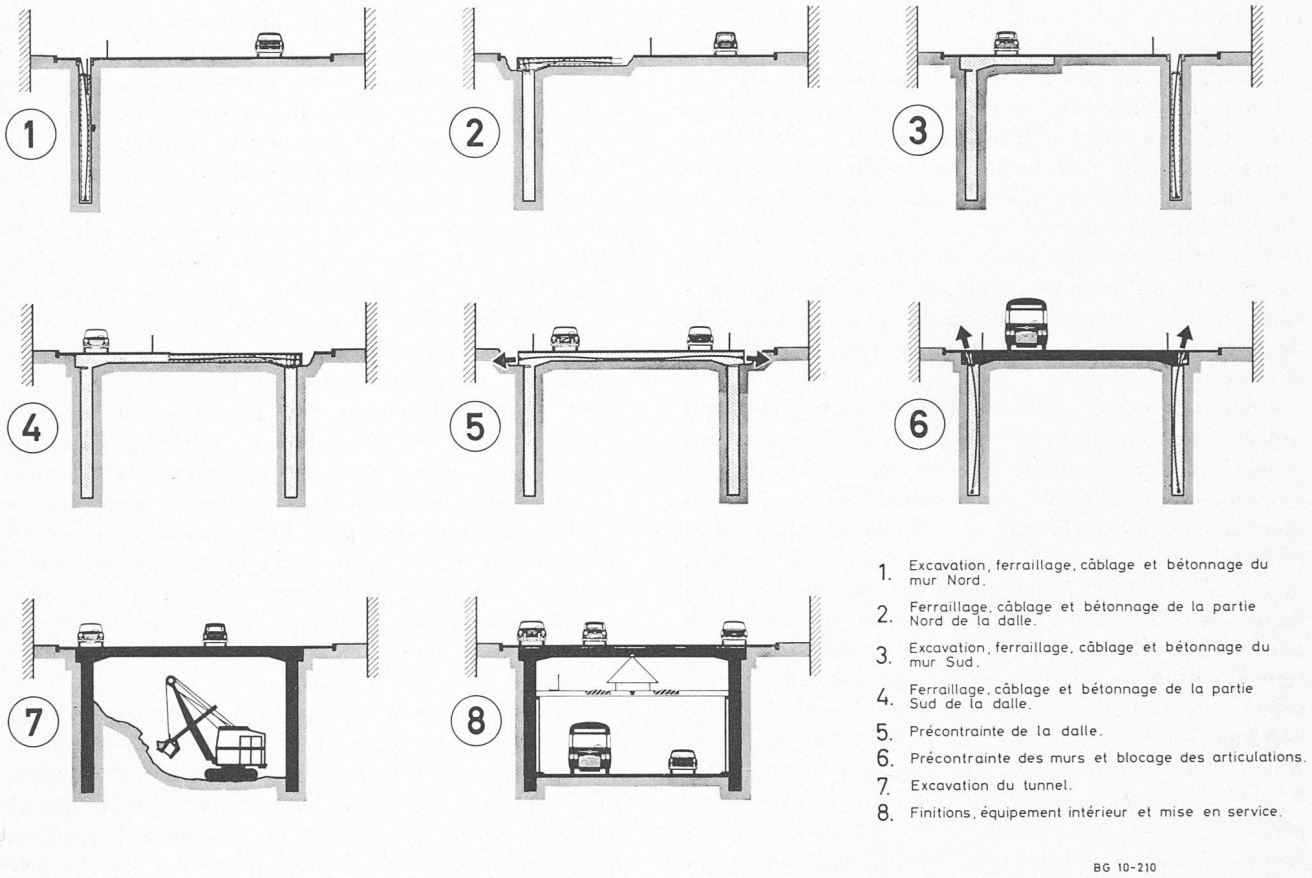

Fig. 5. — Principe des différentes phases de l'exécution.

sécurité de l'opération de mise en tension. A cet effet, la dalle était coulée directement sur un lit de béton maigre recouvert d'un papier résistant ; les goussets étaient, en revanche, bétonnés sur une certaine épaisseur de polystyrène expansé résistant à la pression du béton frais, mais capable de s'écraser sous l'effet des forces résultant de la précontrainte. Pour cette précontrainte ultérieure, dans cette première phase, seules les gaines des câbles étaient évidemment mises en place. Pendant toutes ces opérations, la circulation publique était assurée par la moitié sud de la chaussée.

Après l'achèvement de ces travaux du côté nord, le même procédé était répété du côté sud, la circulation s'écoulant alors au nord sur la moitié de la dalle qui repose directement sur le sol. Dans cette phase cependant, une précaution particulière a été prise pour permettre, du fait de la grande rigidité des murs et du fait aussi que ces derniers, bétonnés à pleine fouille, s'appuieraient sur le noyau de terrain naturel subsistant dans le tunnel, la contraction du béton lors de la mise en tension des deux moitiés de la dalle supérieure. A cet effet, on a évité provisoirement une liaison entre le mur sud et la dalle en faisant porter cette dernière sur le mur par l'intermédiaire d'appuis souples (type STUP) permettant un certain déplacement horizontal. Localement (au droit des bouches de ventilation notamment), ce dispositif a été remplacé par un système de biellettes en béton armé et fretté. Après la mise en précontrainte de la dalle, les articulations ont été bloquées par du béton, puis on a procédé à la mise en tension des câbles verticaux dans les murs, les têtes supérieures s'appuyant sur les extrémités de la dalle. Le cadre complet étant ainsi réalisé, on pouvait alors procéder aux travaux d'excavation du tunnel proprement dit.

Certaines difficultés ont surgi lors de l'exécution des travaux qui viennent d'être décrits, et, en particulier, lors de l'excavation des tranchées pour les parois. Non seulement, comme il fallait s'y attendre, on a rencontré un nombre considérable de canalisations urbaines de toute nature, dont la plupart devaient impérativement être maintenues en service, mais on a aussi trouvé de nombreux blocs d'origine glaciaire dont les dimensions étaient souvent telles que leur minage s'imposait, ce qui a nécessité la mise au point d'un procédé pour le perçage et le chargement des trous de mines à travers des hauteurs de boue atteignant 10 à 12 m. En d'autres endroits, la molasse s'est avérée sensiblement plus dure que ne le laissaient prévoir les échantillons prélevés lors des sondages. Là aussi le minage a été nécessaire, avec toutes les précautions qu'impliquait, à quelques décimètres, la présence des fondations des immeubles reposant sur les mêmes bancs rocheux. Ces précautions se sont avérées efficaces, car grâce à des mesures sismiques effectuées lors des travaux de minage, on a pu constater que les ébranlements que provoquaient ces derniers donnaient des chocs plus faibles sur les immeubles que ceux dus au passage des tramways et même de camions sur la chaussée. Enfin, à certains endroits, il a été possible et même nécessaire de creuser avec la même machine les tranchées sans les remplir de boue de bentonite. Il

fallait naturellement bétonner au préalable et de part et d'autre du futur mur, des parois pour retenir les terres entre la chaussée supérieure et le niveau du rocher. Grâce à cette méthode, la benne excavatrice a pu plus facilement entamer la roche lorsque celle-ci présentait une certaine dureté, car l'absence de la boue supprimait l'effet de lubrification qu'elle procure habituellement. Malgré tout, la présence de cette molasse dure et tous les moyens qu'il a fallu adopter pour y construire les murs ont occasionné des retards sensibles par rapport au programme initial. On a, dans une certaine mesure, diminué ce retard dès qu'il a été possible de mettre en service simultanément deux machines de creusement.

Quoi qu'il en soit, cette méthode et ses variantes qui ont été mises en œuvre ont permis de gagner un temps considérable par rapport à celui qu'aurait nécessité l'emploi d'une méthode plus conventionnelle (creusement d'une fouille profonde avec blindage, puis coffrage et ferraillage, bétonnage et enfin remblayage). En fait, on a pu le constater à un endroit où, sur une quinzaine de mètres de longueur, la présence de canalisations trop nombreuses a imposé l'emploi de cette méthode conventionnelle : tant le prix des travaux que les délais nécessaires ont été des multiples de ceux obtenus là où le système des murs moulés dans le sol a été appliqué. A cet égard, on peut relever que, lorsque le terrain était favorable, il a été possible de procéder à un cycle complet chaque jour (excavation, pose des paniers d'armatures et de câbles et bétonnage, le tout sous bentonite), ceci pour des panneaux de 3,90 m de longueur et jusqu'à 13 m de hauteur. Dans la molasse même, où le creusement était évidemment interrompu fréquemment par les opérations de minage, il a quand même été possible de réaliser deux panneaux de mêmes dimensions par semaine.

Il est enfin intéressant de relever la relativement faible importance des dégâts provoqués par les travaux sur les immeubles adjacents, compte tenu de la position de ces derniers et des conditions difficiles de l'exécution.

Dans la partie la plus large, à la bifurcation des voies souterraines, la dalle supérieure est soutenue par un pilier central. Celui-ci a alors été exécuté, de façon conventionnelle, dans un puits blindé.

Du fait qu'il s'agissait d'un tunnel urbain et qu'un revêtement soigné des parois apparaissait donc nécessaire, ce revêtement était prévu sous forme d'un mur intérieur en plots de béton supportant des catelles de faïence. Cette paroi intérieure, éloignée de quelques centimètres des murs porteurs, permettait de ne pas se soucier de la plus ou moins bonne apparence de ces derniers en masquant leur irrégularité inévitable, et d'accepter leur inétanchéité éventuelle, particulièrement aux joints entre panneaux, qu'il apparaissait d'emblée comme impossible d'éviter totalement. En fait, si les défauts d'étanchéité ont été plus faibles que ce que l'on attendait, les irrégularités, tant dans la position des murs que dans la qualité de leurs surfaces (hors profils), ont été beaucoup plus fortes. Cela est dû principalement à la présence des gros blocs mentionnés plus haut, dont l'enlèvement, soit par arrachage, soit par minage, a créé des creux dans la tranchée, c'est-à-dire des « bosses » importantes sur les parements des murs. Il a donc fallu, en de nombreux endroits, procéder à des travaux de repiquage pour l'enlèvement de ces « bosses » ; là où cette opération n'apparaissait pas comme indispensable, on a préféré renoncer à la double paroi et l'on a directement appliqué un mortier projeté sur les murs pour supporter les catelles sans intervalle de drainage.

Le « plafond » avait pour but de marquer le gabarit du tunnel, de ménager un espace vide au-dessous de la dalle supérieure, de créer un effet esthétique agréable et, enfin, de supporter les installations d'éclairage. On n'a pas, en effet, construit de plafond à proprement parler, mais une succession de poutrelles préfabriquées en béton précontraint de section trapézoïdale et espacées d'axe en axe de 83 cm (fig. 6). Ces poutrelles reposent par leurs deux extrémités sur des poutres en béton constituant des corbeaux et fixées aux murs extérieurs du tunnel. Dans la partie la plus large du tunnel, les poutrelles sont en outre suspendues en leur milieu à la dalle supérieure par un système de supports métalliques réglables. La grille ainsi constituée laisse environ 80 % de vide, mais ce vide n'est pas visible normalement par les passagers d'un véhicule. Elles ont été peintes en bleu nuit assez foncé pour augmenter le contraste avec les murs recouverts de catelles de faïence très claires. La présence de cette grille rendrait facile l'installation ultérieure d'une ventilation mécanique, au cas où celle-ci s'avérerait nécessaire. Enfin, outre les différents rôles que joue cette grille, on a pu constater qu'elle exerce une influence très favorable du point de vue acoustique, en diminuant sensiblement le niveau sonore à l'intérieur du tunnel.

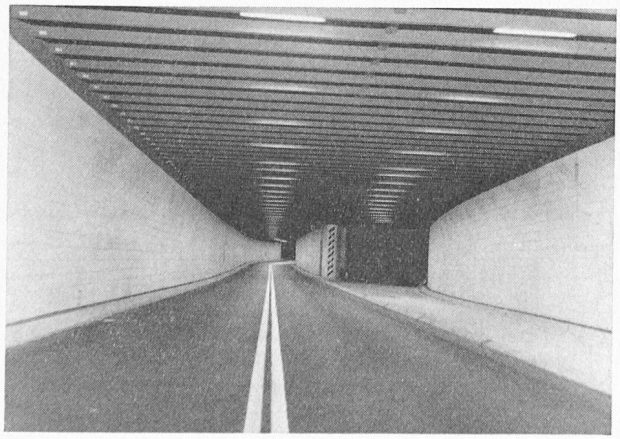

Fig. 6. — Vue intérieure du tunnel avant la bifurcation qui sera exécutée en deuxième étape.

Passages pour piétons et salle de commande

Le passage pour piétons est (dont l'architecture a été étudiée par MM. Foretay et Lévy) n'a pas posé de problèmes particuliers, parce que réalisé dans la partie la plus large de la place Chauderon. Il a pu être construit par étapes dans une fouille à l'air libre. Cet ouvrage passe, en effet, sous la trémie d'accès est du tunnel routier.

Le passage pour piétons ouest, par contre, est constitué de deux passerelles fermées en béton armé se rejoignant sur un sommier central, qui s'appuie lui-même à l'intersection des deux branches du tunnel sur un pilier central et sur l'extrémité de l'éperon médian. La passerelle nord est de largeur constante, tandis que la passe-

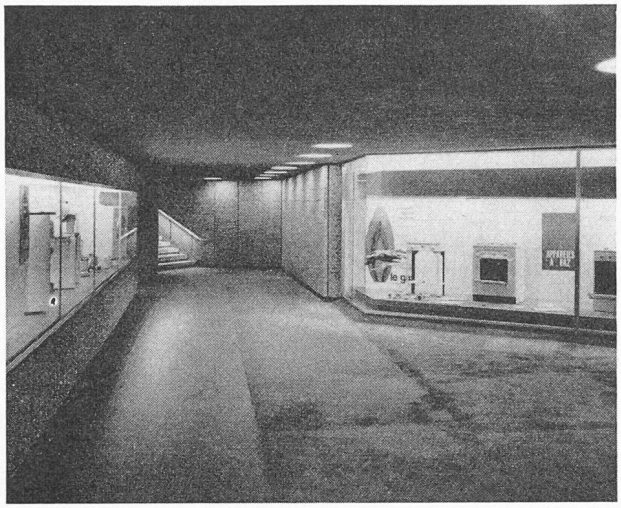

Fig. 7. — Passage pour piétons ouest et une des deux sorties sud.

relle sud affecte la forme d'un triangle procurant deux sorties distinctes, l'une sur le trottoir sud de la partie ouest de la place Chauderon, l'autre sur le trottoir sud de l'avenue de Morges, ainsi que sur la chaussée du chemin de Boston. Comme pour le passage est, le traitement décoratif (étudié par les mêmes architectes ci-dessus nommés) consiste en parois revêtues de plaques en béton de gros agrégats lavés ; de plus, des vitrines bien éclairées rendent le passage « attractif » (fig. 7).

La salle de commande, qui est située immédiatement à l'est de ce dernier passage, est aussi constituée par une dalle pleine en béton armé. L'accès à cette salle de commande se fait par une porte ménagée dans le passage pour piétons adjacent. Enfin des portes permettent, soit depuis le passage ouest, soit depuis la salle de commande, d'accéder aux deux galeries au-dessus de la grille-plafond.

L'ensemble des ouvrages est doté d'un dispositif de collecte des eaux qui, par l'intermédiaire d'un puits vertical, rejoint, à quelque 8 m en dessous de la chaussée du tunnel, une galerie d'égouts de construction ancienne, creusée dans la molasse.

Equipement électromécanique

I. *Eclairage*

a) *Généralités*

L'éclairage du tunnel a pour but de permettre aux conducteurs d'un véhicule de ne pas devoir ralentir leur vitesse lors de la traversée par rapport à la vitesse maximale autorisée dans les artères consécutives. Pour cela, il faut arriver à ce que les usagers ne ressentent pas d'inquiétude lors de la pénétration de l'ouvrage, c'est-à-dire qu'ils ne doivent pas avoir l'impression d'entrer dans un « trou noir » ; de même il ne faut pas qu'à la sortie ils soient éblouis par la lumière du jour. C'est pourquoi il faut concevoir un système d'éclairage tel que d'une part les transitions soient aménagées de façon suffisamment progressive et, d'autre part, qu'il puisse s'adapter aux conditions variables d'éclairage hors du tunnel (nuit et jour et, dans ce dernier cas, temps couvert ou très ensoleillé).

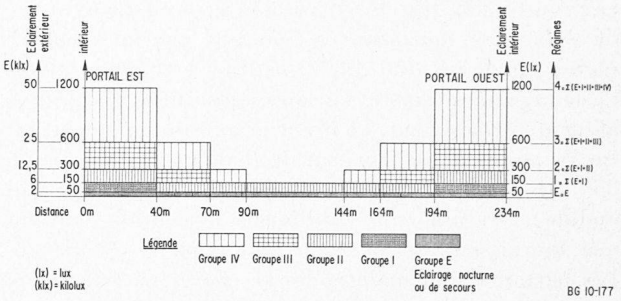

Fig. 8. — Schéma des divers régimes d'éclairage le long du tunnel.

b) *Dispositions*

Le système retenu divise le tunnel en sept sections (fig. 8) disposées de façon à ménager les transitions souhaitées. Du fait que le tunnel est relativement court et puisqu'il s'agit d'un ouvrage urbain où la vitesse est limitée à 60 km/h, les différentes sections sont de longueur relativement faible. On distingue donc, en partant d'une extrémité du tunnel :

— une zone d'entrée de 40 m de longueur où l'éclairement peut varier entre cinq régimes de 50 lx (nuit) à 1200 lx (le jour par ensoleillement maximal) ;
— une première zone de transition de 30 m de long, comportant quatre régimes de 50 à 600 lx ;
— une deuxième zone de transition de 20 m de long, avec trois régimes de 50 à 300 lx ;
— et la zone centrale de 54 m de longueur, qui ne possède que deux régimes : nocturne (50 lx) et diurne (150 lx).

L'enclenchement des différents régimes est commandé en fonction des conditions de luminosité extérieure par des cellules photo-électriques placées à chaque extrémité du tunnel. Un dispositif de retardement est intercalé pour éviter des changements de régime intempestifs lors de brèves diminutions de l'éclairement naturel (passage rapide d'un nuage, par exemple).

Les luminaires sont d'un type spécialement mis au point pour le tunnel de Chauderon ; ils ont été conçus et réalisés de manière à permettre facilement, grâce à un système de broches et de verrouillages, soit le remplacement rapide des tubes, soit le démontage simple des armatures, ainsi qu'à faciliter l'entretien et le nettoyage. Chaque luminaire comporte, suivant les cas, deux ou trois tubes fluorescents de 40 W. Le nombre des luminaires varie lui-même en fonction des niveaux désirés le long du tunnel. Tous les luminaires sont placés transversalement par rapport à l'axe du tunnel dans les intervalles entre les poutrelles de la grille-plafond, de telle sorte qu'ils sont normalement cachés aux yeux des occupants d'un véhicule (fig. 6). Cette disposition, combinée avec l'utilisation d'un revêtement clair des parois, procure sans doute un certain confort aux usagers. On pouvait cependant craindre un effet néfaste par le « papillotement » dû au fait qu'avec cette disposition les sources lumineuses sont nécessairement discontinues. Une étude particulière a cependant montré que, vu la vitesse limitée de circulation, ce phénomène ne devrait pas, dans le cas particulier, présenter de danger. En fait, le « papillotement » n'est fortement perceptible que par réflexion sur les parties brillantes d'un véhicule qui précède ou que l'on croise.

La puissance installée totale de l'éclairage représente environ 65 kW (fig. 9). Pour assurer la sécurité en cas de défaut de fourniture de courant par le réseau, le régime inférieur (50 lx) constitue en même temps l'éclairage de secours et l'éclairage nocturne ; il est donc alimenté séparément, et branché automatiquement, en cas de panne de secteur, sur des batteries de secours de 350 Ah en 2 h, sous 110 V, par l'intermédiaire d'un onduleur statique qui transforme le courant continu, que fournissent ces dernières, en triphasé 220/380 V. Les batteries sont maintenues en charge par un groupe redresseur à vapeur de mercure. L'opération automatique du changement d'alimentation est effectuée en une fraction de seconde, ce qui ne provoque pas d'extinction désagréable des tubes fluorescents.

Pour rendre plus progressive encore la transition, les parois latérales des trémies ont été traitées au moyen d'un crépi très foncé. L'utilisation de paralumes eût été possible pour diminuer sensiblement la puissance électrique d'éclairage ; mais il a fallu renoncer à ce moyen-là, car il était inacceptable, en pleine ville, d'envisager les constructions inesthétiques que cela aurait impliqué aux entrées. En revanche, un système de brise-soleil en béton a été aménagé dans la partie ouest de l'ouvrage (galerie), à côté du chemin de Boston, de façon à laisser passer un certain débit d'air, ce qui diminue la nécessité d'une ventilation mécanique, tout en supprimant les inconvénients qu'auraient pu présenter des rayons de soleil frappant brusquement les pare-brise des véhicules.

II. Equipement de sécurité

Le tunnel de Chauderon est équipé d'un certain nombre d'installations destinées à contrôler et à faciliter le trafic ou à permettre une intervention efficace en cas d'accident. Dans cet ordre d'idées, on peut mentionner en particulier :

— les signaux indiquant les véhicules [1] admis dans l'ouvrage et les priorités à sa sortie ;
— à chaque entrée, des « feux tricolores » permettant, en cas d'accident ou de travaux d'entretien, d'interdire le trafic et de la détourner en surface ;
— une installation de comptage dénombrant le trafic dans les deux sens ;
— un analyseur de monoxyde de carbone (CO) contrôlant en permanence la non-toxicité de l'atmosphère du tunnel et alarmant automatiquement la police en cas de teneur anormale. A ce propos, il faut remarquer que vu sa faible longueur, le tunnel n'est pas ventilé mécaniquement. Toutefois, si, après l'extension en direction d'Echallens qui augmentera sensiblement le trafic, et si les résultats d'exploitation en montraient la nécessité (en particulier grâce aux enregistrements de teneur en CO), une installation de ventilation pourrait facilement être installée, toutes dispositions ayant été prises à cet effet ;
— une série d'armoires de sécurité contenant chacune un poste téléphonique relié directement à la Caserne de police, un extincteur et une prise d'eau pour branchement de tuyaux flexibles.

Le tunnel est surveillé par le poste de contrôle du trafic de la petite ceinture (situé dans la caserne de police de Bellefontaine). En particulier, un câble permet la transmission des messages téléphoniques, le contrôle et la manœuvre des « feux tricolores » et la transmission des alarmes. Ces alarmes interviennent notamment dans les cas suivants :

— ouverture d'une armoire de sécurité ;
— décrochement d'un extincteur ;
— excès de CO ;
— perturbations dans les installations électriques ;

[1] Le tunnel a été assimilé par les autorités de police à une semi-autoroute (signal nº 303 de l'ordonnance sur la signalisation routière). De ce fait, les piétons, les cyclistes et les véhicules lents sont exclus du trafic.

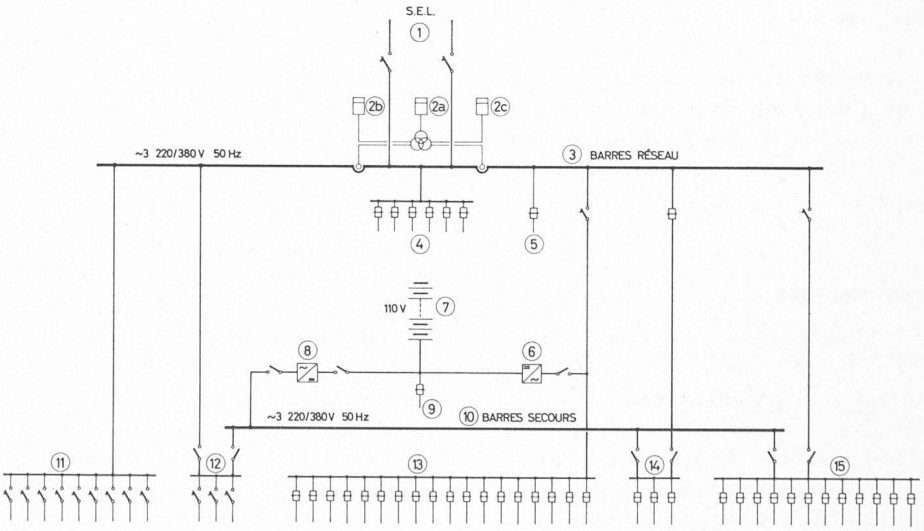

Fig. 9. — Schéma simplifié de l'alimentation électrique.

1. Raccordement au réseau du Service de l'électricité de la ville de Lausanne (SEL).
2. Comptage de l'énergie électrique :
   2a — compteur totalisateur ;
   2b — compteur pour l'éclairage du tunnel ;
   2c — compteur pour les consommateurs auxiliaires.
3. Barres omnibus raccordées au réseau SEL.
4. Alimentation de la signalisation et de la télévision de la place Chauderon.
5. Circuit voltmétrique contrôlant la tension du réseau SEL.
6. Redresseur statique pour la charge de la batterie d'accumulateurs.
7. Batterie d'accumulateurs 110 V, 350 Ah en deux heures.
8. Onduleur statique.
9. Alimentation des circuits de commande prioritaires en courant continu 110 V.
10. Barre omnibus alimentée par l'ondulateur statique pour les circuits secourus.
11. Alimentation non secourue de l'éclairage du tunnel.
12. Alimentation secourue de l'éclairage du tunnel.
12. Alimentation des consommateurs auxiliaires et des circuits auxiliaires non secourus.
14. Alimentation des circuits de commande secourus.
15. Alimentation des consommateurs auxiliaires secourus.

— discordance entre les ordres des cellules photo-électriques et l'allumage effectif des luminaires ;
— défectuosité de la signalisation routière ;
— panne d'alimentation électrique.

La signalisation par « feux tricolores » peut être commandée manuellement depuis de nombreux endroits avec tous les systèmes de verrouillage que cela implique :

— depuis le poste de commande centralisé de la petite ceinture ;
— depuis la salle de commande du tunnel (fig. 10) ;
— depuis l'entrée de chaque trémie ;
— depuis un coffret de commande situé sur la place.

En outre, la signalisation bloque automatiquement le tunnel en cas d'excès de CO, de décrochement d'un extincteur (incendie) ou d'absence totale d'éclairage.

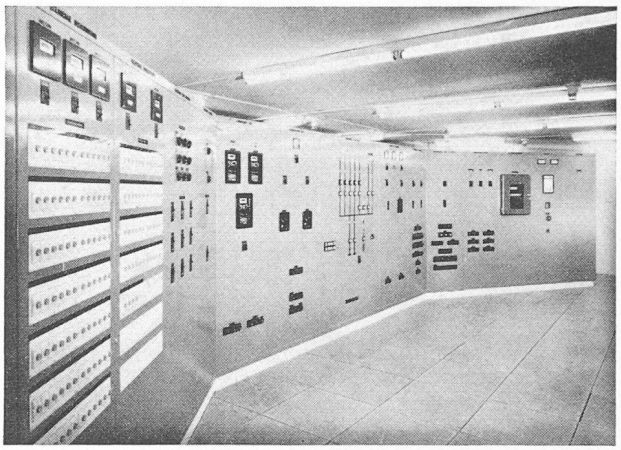

Fig. 10. — Salle de commande du tunnel.

Conclusions

Sans être un ouvrage exceptionnel, notamment par ses dimensions relativement modestes, le tunnel de Chauderon a posé un certain nombre de problèmes intéressants, et son exécution a conduit à utiliser des procédés particulièrement complexes pour assurer la stabilité des immeubles adjacents et pour maintenir pendant toute la durée des travaux un trafic dans une zone de largeur restreinte.

Cet ouvrage se distingue en outre de la majorité des réalisations de type analogue par les dispositions particulières qui ont été adoptées en ce qui concerne notamment l'éclairage. Il semble que les espoirs mis dans ce dispositif original n'ont pas été déçus. Il reste à souhaiter que, lorsque le tunnel sera pleinement utilisé (c'est-à-dire lorsque la sortie en direction de l'avenue d'Echallens aura pu être exécutée), les dispositions adoptées seront confirmées dans leur bien-fondé.

Nous tenons à signaler ici que le Service des routes et Voirie de la Direction des Travaux de la Ville de Lausanne non seulement nous a facilité la mise au point du projet, mais encore nous a constamment et efficacement appuyés dans la direction de l'exécution, qu'il assumait à nos côtés.

[1] Les travaux de génie civil ont été exécutés par l'Association des Entreprises du Tunnel de Chauderon, Losinger & Cie S. A. et Foretay S. A.

Les photographies ont été faites par :
Photo Studio-Mobile S.A. (fig. 4 et 7).
Photo Treuthardt (fig. 10).

BIBLIOGRAPHIE

Le travail rationnel de l'ingénieur, étude des méthodes, par *M. Avery*. Traduit de l'anglais. Eyrolles, Paris, 1966. — Un volume 16×25 cm, 224 pages. Prix : relié toile sous jaquette, 41 F.

L'organisation scientifique du travail, les problèmes de rendement et d'augmentation de la productivité, sont à l'ordre du jour. Dans beaucoup d'entreprises, les dirigeants ignorent encore plus ou moins les méthodes qui leur permettraient d'améliorer leur fabrication, et ceci souvent parce qu'ils sont trop absorbés par le travail journalier et qu'ils ne trouvent pas le temps de consacrer à ces questions toute l'attention qu'elles méritent.

Le présent ouvrage a pour but de mettre les intéressés à même de comprendre toutes les ressources qu'ils peuvent tirer de l'étude des méthodes et de leurs applications. Le lecteur y apprendra comment aborder n'importe quel problème d'organisation des fabrications. L'auteur montre comment le responsable de cette organisation doit se pénétrer des principes fondamentaux avant de les mettre en pratique, avec toutes les chances de réussite. Il insiste sur l'aspect psychologique, qu'il s'agisse de l'étude du travail, des procédés de fabrication ou des temps et mouvements. La méconnaissance de ce côté psychologique est à l'origine de certains échecs et des frictions entre ouvriers et techniciens.

Le présent ouvrage sera utile non seulement aux techniciens et ingénieurs débutants, mais également à ceux qui possèdent déjà une bonne expérience.

Sommaire :
Introduction ; étude des méthodes ; la technique de l'analyse ; de l'efficacité de la main-d'œuvre productive ; de l'économie des matières ; d'une répartition équilibrée de la main-d'œuvre ; spécifications du travail ; élimination des temps perdus ; des problèmes de manutention des matières et matériels ; planning de production, ordonnancement, chargement en travail d'avance ; amélioration des moyens de contrôle quantitatif ; de l'amélioration des nouvelles fabrications par la normalisation ; de l'usage de chronomètres ; estimation de l'allure d'un travail ; l'étude des temps appliquée au travail à façon ou sur plan ; de l'usage intelligent des données standards ; comment faire adopter par la Direction l'étude des méthodes.

Précis de commande automatique pour ingénieurs mécaniciens, par *D. B. Welbourn*, M.A., chargé de cours au Seilwyn College, Cambridge. Paris, Dunod, 1966. — — Un volume 16×24 cm, VII + 208 pages, 185 figures. Prix : broché, 39 F.

Voici un nouvel ouvrage publié dans la série de la « Bibliothèque de l'automaticien », qui comprend déjà dix-huit volumes. Les notions physiques essentielles intervenant dans la théorie de la commande automatique y sont exposées en allant toujours du particulier au général et on y montre comment il est possible d'analyser les systèmes de commande et d'améliorer leur comportement.

Divers types de régulations, proportionnelles, par intégration et par dérivation, sont d'abord introduits. Une synthèse est ensuite faite, en insistant particulièrement sur l'application des différents procédés à la régulation de la vitesse des moteurs.

L'ouvrage est illustré d'exemples, tous choisis dans le domaine de la mécanique, et montre ce que l'on peut et ce qu'il faut attendre de la théorie dans un domaine où les imperfections techniques masquent souvent les phénomènes essentiels. A noter que le cas de la stabilisation de la vitesse des moteurs diesel est particulièrement développé.