

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 84 (1958)
Heft: 26

Artikel: Le mur de soutènement de la gare de Genève-La Praille
Autor: Delisle, R. / Recordon, Ed.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-63516>

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: 02.07.2025

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

LE MUR DE SOUTÈNEMENT DE LA GARE DE GENÈVE - LA PRAILLE ¹

par MM. R. DELISLE, ingénieur, chef du bureau des constructions CFF, à Genève,
et ED. RECORDON, ingénieur au Laboratoire de géotechnique de l'EPUL

I. Introduction.

La construction de la nouvelle gare de Genève-La Praille se fait dans le cadre de la ligne de raccordement entre les gares de Cornavin et des Eaux-Vives. La gare de La Praille est située à l'extrémité du premier tronçon Cornavin-La Praille en cours de construction. A la base du plan général de la gare, établi il y a dix ans, les Chemins de fer fédéraux ont prévu le transfert complet du service des marchandises de Cornavin à La Praille ainsi que le point de jonction entre les réseaux C.F.F. et S.N.C.F. pour le service des marchandises. Ceci conditionne le dimensionnement des installations, qui occuperont une surface d'environ 38 hectares. La construction de cette gare, commencée en 1947, nécessite l'exécution d'une plateforme de 2000 m de longueur environ sur près de 300 m de largeur maximum, visible sur la figure 1, qui ne pouvait être réalisée qu'en entaillant la colline du Grand-Lancy (excavation de plus de 150 000 m³ de matériaux), et en exécutant un mur de soutènement de 188 m de longueur totale et 6,25 m de hauteur maximum au-dessus du rail (hauteur maximum sur 112 m de longueur). La plupart des sols touchés par les excavations ainsi que ceux dont la stabilité devait être assurée par le mur de soutène-



Fig. 1. — Vue générale de la plateforme de la gare.
A gauche le mur de soutènement.

ment sont des argiles grises feuilletées, chaque feuillet étant séparé par une pellicule de limon ou de sable fin. Ces sols sont probablement des dépôts lacustres post-glaciaires et doivent reposer sur la moraine de fond würmienne.

Le projet du mur de soutènement fut établi par le Bureau des constructions C.F.F. à Genève, qui demanda au préalable au Laboratoire de géotechnique de l'Ecole

¹ Communication présentée à la conférence de Bruxelles 1958 sur les problèmes de la pression des terres, organisée par le groupement belge de la Société internationale de mécanique des sols et des travaux de fondation.

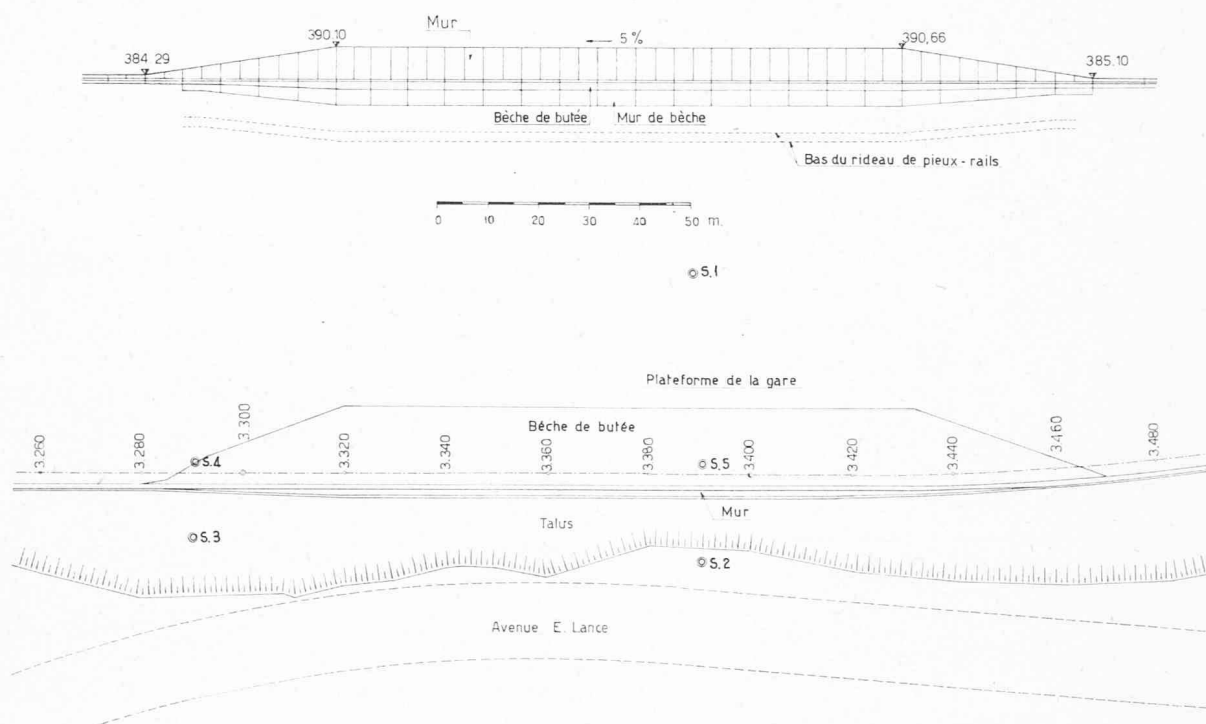
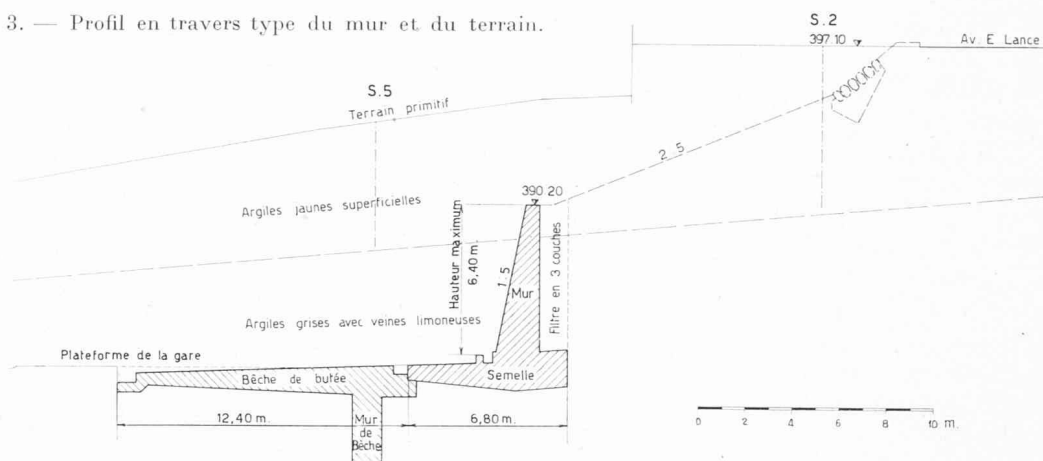


Fig. 2. — Profil en long et plan de situation.

Fig. 3. — Profil en travers type du mur et du terrain.



polytechnique de Lausanne¹ d'étudier les sols. La figure 2 donne le plan de situation et le profil en long de l'ouvrage, ainsi que la position des sondages exécutés. L'objet de cet exposé est de donner les résultats essentiels de l'étude géotechnique ainsi que les caractéristiques du projet et de décrire les difficultés principales qui furent rencontrées lors de l'exécution des travaux.

II. Caractéristique des sols.

Cinq sondages de 11 m de profondeur environ, avec prélèvement de cinquante échantillons intacts furent exécutés. La coupe type du mur et le profil géotechnique sont donnés à la figure 3, alors que la figure 4 donne les courbes granulométriques de quelques échantillons d'argile. Les sondages ont mis à découvert les sols suivants :

Une couche de glaises argileuses ou sableuses jaune de 2 à 4 m d'épaisseur, puis la couche d'argile grise veinée de limon, mentionnée au chapitre I, dont la limite inférieure n'a pas été atteinte.

La figure 5 montre l'aspect de la fouille entre les deux rideaux de palplanches. L'argile grise avec veines limoneuses peut être facilement coupée à la bèche.

Les caractéristiques moyennes de ces sols sont les suivantes :

	Couche superficielle			Argiles en profondeur		
	min.	max.	moy.	min.	max.	moy.
Poids spécifique apparent t/m ³	1,95	2,09	2,00	1,90	2,12	1,98
Teneur en eau naturelle %	17,9	26,7	23,0	21,2	29,9	25,9
Limite de liquidité %	37,1	45,8	40,9	22,1	43,2	33,2
Limite de plasticité %	23,6	28,0	25,4	19,8	27,5	22,2
Indice de plasticité %	12,3	18,3	15,5	3,1	17,5	11,0
Angle de frottement interne °	5°	17°	12°	11,5°	21°	16°
Cohésion . . . kg/cm ²	0,17	0,40	0,28	0,04	0,43	0,17

Le nombre des essais exécutés est donné ci-après :

	Couche superficielle	Argiles en profondeur
Poids spécifique apparent et teneur en eau naturelle . .	15	35
Limites d'Atterberg	6	15
Résistance au cisaillement .	3	11

On remarque que le poids spécifique apparent de ces terres, voisin de 2 t/m³, est moyen, leur teneur en eau naturelle est moyenne, elle est voisine de la limite de plasticité. Toutefois pour les terres superficielles la teneur en eau est inférieure à cette limite, alors qu'en profondeur elle lui est supérieure. La limite de liquidité est grande alors que l'indice de plasticité est moyen. La composition granulométrique est formée de 35 à 60 % d'argile, de 35 à 50 % de limon et de 0 à 15 % de sable. A l'époque des sondages, les caractéristiques géotechniques des couches superficielles et profondes étaient peu différentes ; par contre à l'ouverture des fouilles leur comportement s'est révélé très différent.

La résistance au cisaillement a été déterminée lors de quinze essais à l'appareil de cisaillement direct (boîte de cisaillement) sur des échantillons intacts consolidés.

Quelques échantillons ont été soumis à des essais de compressibilité à l'œdomètre ; ces terres sont de compressibilité moyenne.

L'étude géotechnique a montré que les sols touchés par les travaux sont compacts, que leur résistance au

¹ Etude faite sous la direction du professeur D. Bonnard ; collaborateur : R. Desponds, ingénieur.

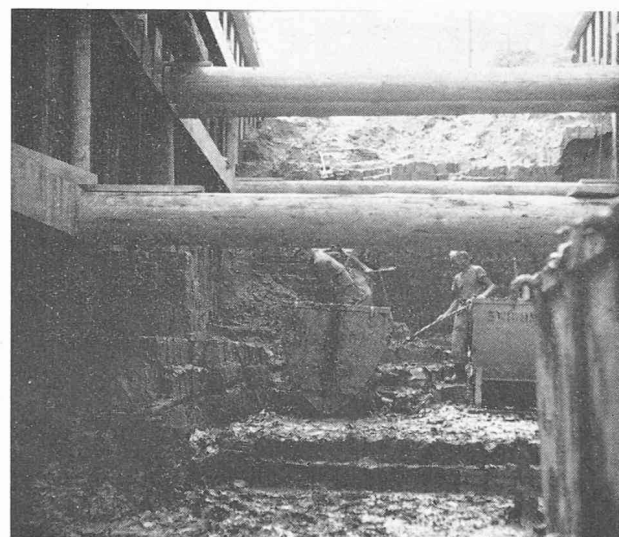
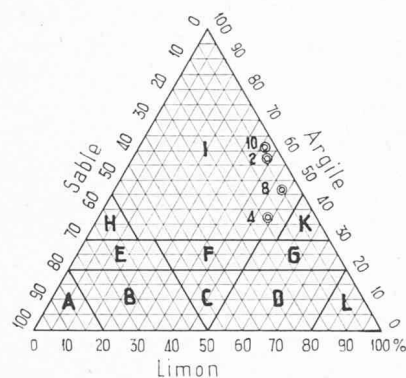


Fig. 5. — Exécution de la fouille entre rideaux de palplanches. Point 3 de la méthode d'exécution (voir chapitre III).



- A Sable
- B Glaise sableuse
- C Glaise
- D Glaise limoneuse
- E Glaise sableuse argileuse
- F Glaise argileuse
- G Glaise limoneuse argileuse
- H Argile sableuse
- I Argile
- K Argile limoneuse
- L Limon

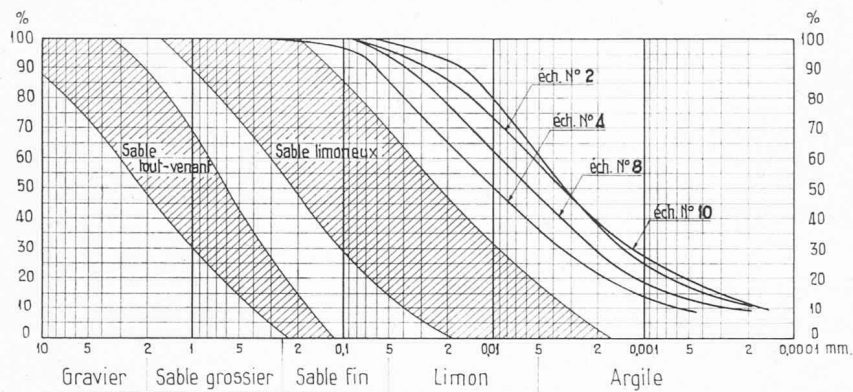


Fig. 4. — Courbes granulométriques de quelques échantillons du sol naturel. Les courbes granulométriques des matériaux des 2 couches du filtre doivent se trouver dans les zones hachurées.

cisaillement est faible. Les essais de perméabilité en laboratoire ont conduit à des valeurs très faibles pour le coefficient de Darcy. Ces valeurs ne correspondent pas à la perméabilité d'ensemble du terrain en place ; la présence des veines de sable et de limon sensiblement horizontales augmente notablement la perméabilité, surtout dans la couche superficielle.

III. Caractéristiques du projet.

La figure 6 donne le profil type du mur, dont la hauteur maximum est de 6,25 m, comptée à partir

du niveau du rail et la longueur totale de 188 m. La différence de niveau entre l'appui de la semelle et le haut du talus surmontant le mur est de 15 m environ. La figure 7 montre le mur, la semelle et l'extrémité de la bêche de butée.

Le profil présente les caractéristiques suivantes : talus 2 : 5 au-dessus du mur, mur à fruit 1 : 5, semelle et bêche de butée avec mur de bêche et dalle équilibrante. Tous ces éléments sont en béton armé. La stabilité au renversement du mur est assurée par la semelle, tandis que la bêche de butée, ainsi que son mur, ont pour rôle d'empêcher le glissement horizontal de l'ouvrage et d'augmenter la sécurité vis-à-vis d'un glissement d'ensemble mur-talus, en reportant vers l'aval l'extrémité de la surface de glissement.

Un soin particulier a été mis à l'exécution d'un filtre à trois composantes, à l'amont du mur (fig. 6). La composition granulométrique des deux composantes les plus fines est donnée à la figure 4, alors que la plus grossière est constituée de gravier. Cette précaution a paru indispensable, du

fait de la présence des veines de limon et de sable fin.

La méthode d'exécution des travaux a été établie en tenant compte du degré de plasticité élevé des sols et de leur faible résistance au cisaillement. Les diverses phases des travaux prévus sont les suivantes (voir aussi figure 6) :

1. Terrassement général jusqu'au niveau du couronnement du mur. Le talus 2 : 5 est immédiatement exécuté avec son drainage superficiel.
2. Battre les rideaux de palplanches amont et aval.
3. Exécution de la fouille entre palplanches et étayage des deux rideaux de façon à permettre l'exécution en quinconce d'éléments de mur de 3,75 m sur toute la hauteur, sans reprise de bétonnage.
4. Ferrailage et bétonnage des éléments 1 et 2 (figure 6).
5. Ferrailage et bétonnage de l'élément 3.
6. Retirer le rideau de palplanches amont et poser le filtre simultanément. Le mur est stable dans cette phase, la poussée horizontale étant prise par le rideau aval.
7. Exécution du terrassement jusqu'au niveau supérieur de la semelle, à l'aval du rideau aval, en fonction de l'exécution de la bêche.
8. Exécution de la fouille, du ferrailage et du bétonnage du mur de bêche à l'aval du rideau aval.
9. Fouille, ferrailage et bétonnage de la dalle de bêche (éléments 4 et 5).

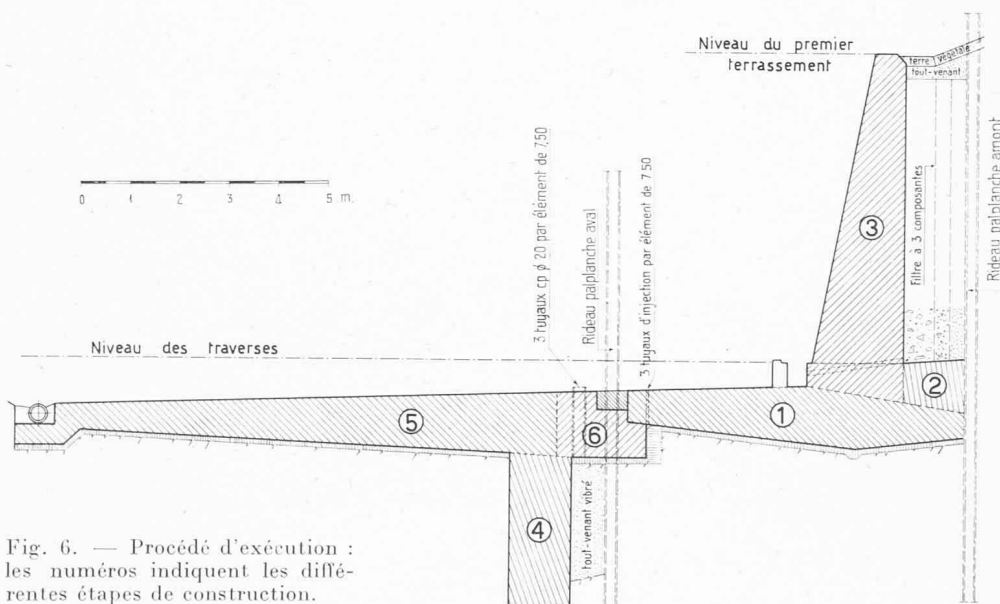


Fig. 6. — Procédé d'exécution : les numéros indiquent les différentes étapes de construction.

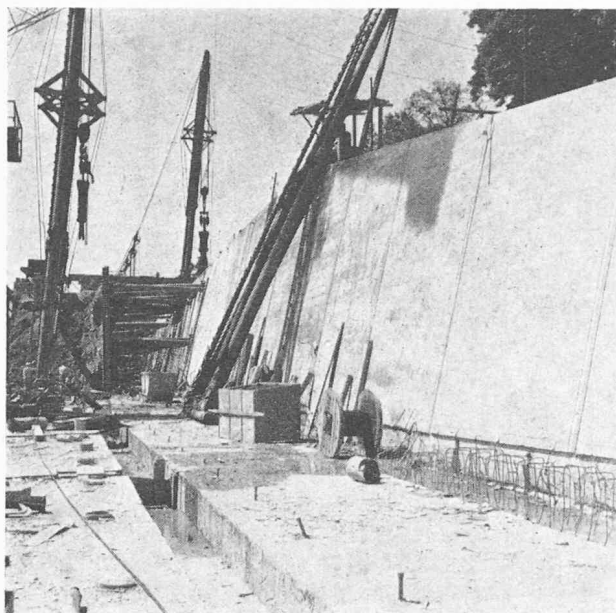


Fig. 7. — Mur, semelle et bèche de butée. Au fond, arrachage du rideau de palplanches aval.

10. Retirer le rideau aval.
11. Charger la dalle de bèche avec le ballast des voies, entre les joints de bétonnage à claver ultérieurement.
12. Mise en charge de la bèche à l'aide de vérins horizontaux placés entre bèche et semelle. Clavage des joints entre éléments mis en charge.

Remarque : L'exécution de la bèche de butée se fait par éléments de 7,50 m de longueur. Supposons l'exécution d'un élément i quelconque. Pendant ce temps, la semelle du mur s'appuie d'une part sur les tronçons de bèche déjà exécutés $i-1$, $i-2$, etc., d'autre part, contre le rideau de palplanches aval en lieu et place des tronçons $i+1$, $i+2$, etc., à exécuter ultérieurement. La semelle du mur est capable de « ponter » le vide pendant l'exécution du tronçon i .

IV. Calculs de stabilité de l'ouvrage.

Le calcul de la poussée des terres sur le mur a été basé sur les valeurs données par l'étude géotechnique :

Poids spécifique apparent : $\gamma h = 2 \text{ t/m}^3$
 Angle de frottement interne : $\phi = 15^\circ$
 Cohésion : $C = 1 \text{ à } 2 \text{ t/m}^2$

Les valeurs suivantes ont été obtenues pour la hauteur maximum de 6,40 m (hauteur comptée entre niveau des traverses des voies et couronnement du mur) :

Cohésion t/m^2	1	1,5	2
Fiche $h = 1 \text{ m}$	$E = 46 \text{ t}$	35	25
Fiche $h = 1,5 \text{ m}$	53	41	30
Fiche $h = 2 \text{ m}$	61	47	36

La poussée horizontale E est donnée en $\text{t/m}'$ de mur. On a finalement adopté les valeurs correspondant à une cohésion de 1 t/m^2 .

Le mur a été dimensionné de façon à assurer une répartition des contraintes uniforme sur le sol sous la semelle, grâce à la réaction horizontale créée en extrémité de semelle par le rideau de palplanches aval pendant les travaux, puis par la bèche de butée.

La poussée horizontale totale calculée, de $53 \text{ t/m}'$ de mur, est reprise ultérieurement par la bèche de butée.

La sécurité au glissement d'ensemble mur-talus a été calculée pour une série de surfaces cylindriques, partant au voisinage du haut du talus, passant par le pied du mur de bèche et aboutissant à l'extrémité aval de la bèche. La sécurité était de 1,07 à 1,35 suivant la surface considérée. Par précaution on a prévu le battage de pieux-rails de 4 à 6 m de longueur au-dessous du mur de bèche afin d'augmenter la sécurité jusqu'à une valeur estimée à 1,4.

Le dimensionnement de la fiche du double rideau de palplanches a également fait l'objet d'une étude approfondie pour garantir l'absence de tout écoulement de masses de sols plastiques par-dessous le rideau, vers la fouille, avant le bétonnage de la semelle.

Les tassements verticaux par consolidation des sols, sous l'effet de la surcharge du mur, étaient négligeables, les contraintes sous la semelle étaient inférieures à celles dues avant les travaux au poids des terres excavées.

V. Constatations faites lors de l'exécution des travaux.

Les travaux de terrassement débutèrent en automne 1953, alors que l'exécution du mur proprement dit ne commença qu'au printemps 1954. Tous les bétonnages furent achevés en novembre 1955. Les saisons de travaux 1954 et 1955, pendant lesquelles fut exécuté le gros-œuvre, furent exceptionnellement pluvieuses. Ces pluies vinrent déjouer quelques-unes des prévisions faites lors du projet.

Au mois de décembre 1954, un éboulement se produisit à l'amont du mur. Le talus de pente 2 : 5 se mit en mouvement sous l'effet d'une augmentation considérable de l'humidité des couches superficielles, bien qu'un important réseau de drainages en épis ait été construit sur toute la surface du talus. L'augmentation de la teneur en eau des couches superficielles n'était pas seulement due à l'action des pluies ruisselant sur le talus, car on a observé que le plateau de la colline du Grand-Lancy, contenant une importante couche de gravier, constituait une nappe supérieure qui cherchait un exutoire le long du talus ouvert par les travaux. Il fut nécessaire de construire un drainage longitudinal suivant la crête du talus pour couper cette nappe de hautes eaux exceptionnelles. La pente du talus de 2 : 5 prévue au projet s'est révélée trop forte dans les conditions hydrologiques très défavorables à l'époque des travaux.

Le principe du mur en L était bon, toutefois des difficultés sont apparues lors de l'arrachage des

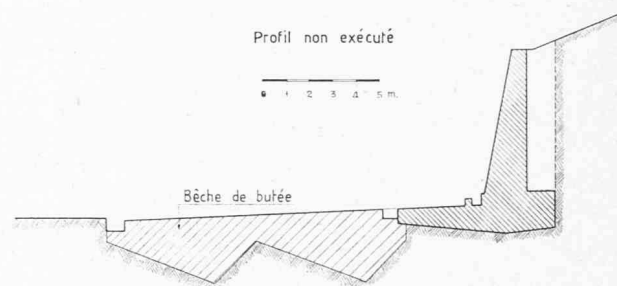


Fig. 8. — Profil d'une bèche de butée simplifiée, non exécutée.

palplanches. Le glissement a provoqué un allongement de la durée des travaux et une certaine déformation des palplanches. Ces difficultés ont disparu vers la fin du chantier où la cadence d'extraction a été normale.

Le mur de la bêche de butée s'est révélé difficile à exécuter. Une solution plus simple aurait consisté à concevoir une bêche ayant le profil de la figure 8. Le volume de béton aurait été plus grand, mais les travaux auraient été menés plus rapidement du fait que la fouille aurait été exécutée à la pelle mécanique, sans boisage, et le béton jeté massivement dans la fouille, en l'absence d'armature.

Le système de mise en charge de la bêche par vérins n'a pas donné de résultat vu que, l'éboulement ayant produit une poussée locale très importante, le mur s'est mis en charge naturellement et s'est déplacé horizontalement d'une dizaine de centimètres.

DIVERS

Association suisse pour l'automatique (ASSPA)

4^{es} Journées d'information

Du 2 au 5 décembre 1958 se sont tenues à Zurich les 4^{es} Journées d'information de l'ASSPA, auxquelles participèrent plus de 800 personnes. Elles avaient pour objet de décrire certaines applications industrielles de l'automatique et de montrer qu'avec les mêmes diagrammes fonctionnels et les mêmes symboles graphiques, il est possible d'analyser le comportement dynamique des circuits de réglage les plus variés.

La première de ces journées était placée sous la présidence du professeur P. Profos.

La matinée de cette journée fut consacrée au « **réglage automatique des chaudières** ».

M. L. Acklin, ingénieur chez Sulzer frères S.A., montra le parti que l'on pouvait tirer de calculateurs analogiques pour l'étude des problèmes de réglage que pose l'utilisation des échangeurs de chaleur.

MM. M. Schunk, assistant à l'Ecole polytechnique de Stuttgart, H. R. Gerber, de Sulzer frères S.A., et A. Oberle, de Brown Boveri & Cie, exposèrent quel était le comportement dynamique des différents types de chaudières.

L'après-midi de cette journée avait pour objet le « **réglage automatique des turbines à vapeur et à gaz** ».

MM. K. Wirz, de la Société Escher-Wyss S.A., E. Müller, de Sulzer frères S.A., et R. Boninsegni, de la Fabrique de Machines Oerlikon, donnèrent des indications sur la dynamique du réglage de différents types de turbines et de compresseurs.

La deuxième journée, placée sous la présidence de M. G. Weber, directeur de Landis & Gyr S.A., avait pour objet le « **réglage automatique dans la technique du chauffage et de la ventilation** ».

MM. K. Sauter, directeur de LUWA S.A., W. Wirz, de Sulzer frères S.A., K. Wuhrmann et R. Spühler, de Landis & Gyr S.A., B. Junker, de Sauter S.A., exposèrent les problèmes de réglage que posent les installations de chauffage et de ventilation, ainsi que les moyens, tant électrique que pneumatique, à disposition pour résoudre ces problèmes.

La troisième journée était consacrée à la « **commande digitale des machines-outils** ».

Elle fut présidée et introduite par M. le professeur E. Gerecke, qui montra les perspectives ouvertes par la commande numérique des machines-outils et donna le principe de la transformation sous une forme numérique des données de construction de la pièce à fabriquer, de l'enregistrement de ces données sur bande ou ruban perforés, et de la transmission des commandes aux servomoteurs de la machine.

VI. Conclusions.

La construction du mur de soutènement de La Praille a permis de faire une série d'expériences très intéressantes.

L'étude géotechnique a eu pour but de déterminer les caractéristiques des terres. L'introduction de ces valeurs dans les calculs du projet a montré qu'elles conduisaient à un dimensionnement correct des fondations avec un coefficient de sécurité normal. La construction se serait déroulée sans difficultés importantes si les conditions atmosphériques avaient été normales.

Le procédé d'exécution du mur était bien conçu, mais le profil de la bêche de butée aurait pu être simplifié pour obtenir une exécution moins sujette aux aléas inhérents aux conditions météorologiques.

Depuis son achèvement, le mur s'est parfaitement comporté, il est entièrement stabilisé et le fonctionnement du filtre semble correct.

M. A. Mottu, directeur technique de la Société des Instruments de physique, à Genève, montra quelques-uns des **problèmes économiques et électroniques relatifs à l'automatisation des machines à pointer**.

Par une analyse du prix de revient d'une fabrication déterminée, il montra en vertu de quels critères il est possible de juger de l'opportunité de l'automatisation d'un procédé de fabrication et exposa certains des problèmes que soulève en particulier l'automatisation des machines à pointer.

M. W. Troost, chef de la section de recherche des appareils de mesure et de réglage de la Société Philips, à Eindhoven, rendit compte de certains développements en cours dans cette société pour la mise au point de « transformateurs » de données analogiques en données numériques.

MM. M. Vollensweider, ingénieur chez Cerberus AG, A. Stosberg, assistant à l'E.P.F., à Zurich, J. Buser, de Sprecher & Schuh, Bolliger, de Schindler & Co, et Th. Erismann, de Amsler & Co, donnèrent des exemples d'application de la commande numérique à différents types de machines-outils. Ces exemples furent illustrés par la projection d'un film de la Société Ferranti.

La quatrième journée, présidée également par le professeur E. Gerecke, était consacrée à la « **commande électronique des dispositifs d'entraînement dans l'industrie** ».

M. Gerecke exposa tout d'abord quel était le schéma fonctionnel de ces dispositifs. MM. R. Bill, de Brown, Boveri & Cie, H. Bühler et I. Földi, de la Fabrique de Machines Oerlikon, R. Schraivogel, de Schindler & Co, B. Broniewsky, de l'Institut Battelle, H. Schwartz, de Peyer & Co, R. Germanier, de la S.A. des Ateliers de Sécheron, et F. Hänni, de Contraves S.A., décriront un certain nombre d'applications industrielles de la commande électronique des dispositifs d'entraînement.

* * *

A l'occasion de ces journées s'est tenue l'Assemblée générale annuelle de l'Association suisse pour l'Automatique. Cette assemblée renouvela le mandat de M. le professeur Gerecke et de M. Cuénod, comme président et secrétaire de l'Association et élut les autres membres du comité. Ce fut l'occasion pour elle de faire le bilan de son activité qui s'est manifestée par l'organisation de quatre journées d'information et la publication d'un Bulletin d'information. Le développement de l'activité de la section de Genève de l'ASSPA a été relevé. Le succès de cette association est prouvé par l'augmentation de son effectif, qui compte plus de 800 membres individuels et près de