

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 86 (1960)  
**Heft:** 8

**Artikel:** La station de filtration du Prieuré, à Genève (suite et fin)  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-64478>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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

# 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 (S.V.I.A.)  
de la Section genevoise de la S.I.A.  
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'E.P.F. (Ecole  
polytechnique fédérale de Zurich)

## COMITÉ DE PATRONAGE

Président: J. Calame, ing. 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. Grosgrin, arch.; E. Martin, arch.  
Neuchâtel: J. Béguin, arch.; R. Guye, ing.  
Valais: G. de Kalbermatten, ing.; D. Burgener, arch.  
Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.;  
M. Renaud, ing.; Ch. Thévenaz, arch.

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

de la Société anonyme du « Bulletin technique »

Président: D. Bonnard, ing.  
Membres: M. Bridel; J. Favre, arch.; R. Neeser, ing.; A. Robert, ing.;  
J. P. Stucky, ing.  
Adresse: Avenue de la Gare 10, Lausanne

## RÉDACTION

Vacat  
Rédaction et Editions de la S. A. du « Bulletin technique »  
Tirés à part, renseignements  
Adresse: Case Chauderon 475, Lausanne

## ABONNEMENTS

1 an . . . . .	Suisse	Fr. 28.—	Etranger	Fr. 32.—
Sociétaires . . . . .	»	» 23.—	»	» 28.—
Prix du numéro . . . . .	»	» 1.60		

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande »,  
N° II. 57 75, Lausanne

Adresser toutes communications concernant abonnement, changements  
d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie La Concorde, Terreaux 29,  
Lausanne

## ANNONCES

Tarif des annonces:	
1/1 page . . . . .	Fr. 290.—
1/2 » . . . . .	» 150.—
1/4 » . . . . .	» 75.—
1/8 » . . . . .	» 37.50

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



## SOMMAIRE

La station de filtration du Prieuré, à Genève (suite et fin).  
Assemblage « ondulé » pour poutres en bois, par Jean Stryjenski, architecte, Genève.  
Bibliographie. — Les congrès. — Carnet des concours.  
Documentation générale. — Nouveautés, informations diverses.

## LA STATION DE FILTRATION DU PRIEURÉ A GENÈVE

(Suite et fin)<sup>1</sup>

### II. Le fonctionnement de la station

par R. NYFFELER, chef de Section au Service des eaux  
des Services industriels de Genève.

#### I. Circuit général d'eau brute et d'eau filtrée (fig. 17).

Après avoir passé par la grande conduite sous-lacustre de 1,60 m de diamètre et de 3 km de longueur ainsi que par le tronçon de conduite souterraine allant de la rive à la station, l'eau brute du lac, provenant de la crépine, parvient à la station par simple gravité dans une chambre de répartition.

Cette chambre centrale communique, au moyen de deux grandes vannes à vantaux de 2 m x 1,50 m de haut, avec deux puisards disposés de chaque côté et dans lesquels plongent les pompes qui élèvent l'eau brute et la refoulent dans une conduite d'acier de 900 mm de diamètre. Cette dernière est reliée à deux canaux en béton armé longeant chacun une rangée

de filtres. Des dérivations, sous forme de vannes à papillon, partent de ces canaux et dirigent l'eau à filtrer dans des goulottes séparant chacun des filtres en deux bassins qu'elles alimentent finalement par l'intermédiaire d'arêtes déversantes en marbre.

Les canaux d'eau brute ont une section de 2,10 m x 1,47 m et une longueur de 58 m; des batardeaux ont été prévus pour diviser cette longueur en trois tronçons, ce qui permet de maintenir un certain nombre de filtres en exploitation en cas de réparation du revêtement étanche de ces canaux. Les vannes à papillon Ø 450 mm sont commandées par servo-moteurs; elles constituent les régulateurs d'entrée d'eau brute et servent à maintenir un niveau constant de l'eau sur les filtres. Ce réglage est pneumatique, et le contrôle du niveau se fait au moyen d'une cloche à membrane.

A l'entrée de chacun des canaux est disposé un déversoir à arêtes multiples, dit à « becs de canard », qui a pour fonction d'évacuer aux puisards, en retour, le trop-plein d'eau brute qui n'est pas absorbé par les filtres. Ces deux déversements sont nécessaires pour obtenir un niveau constant dans les canaux d'eau brute de façon à éviter un « pompage » des régulateurs d'entrée.

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 26 mars 1960. — Erratum: Les deux dernières lignes de la note infrapaginale parue à la page 113 du numéro précité sont à rectifier comme suit: J. Bauty, ingénieur civil, pour la construction de la galerie souterraine rive-station et de la route d'accès.

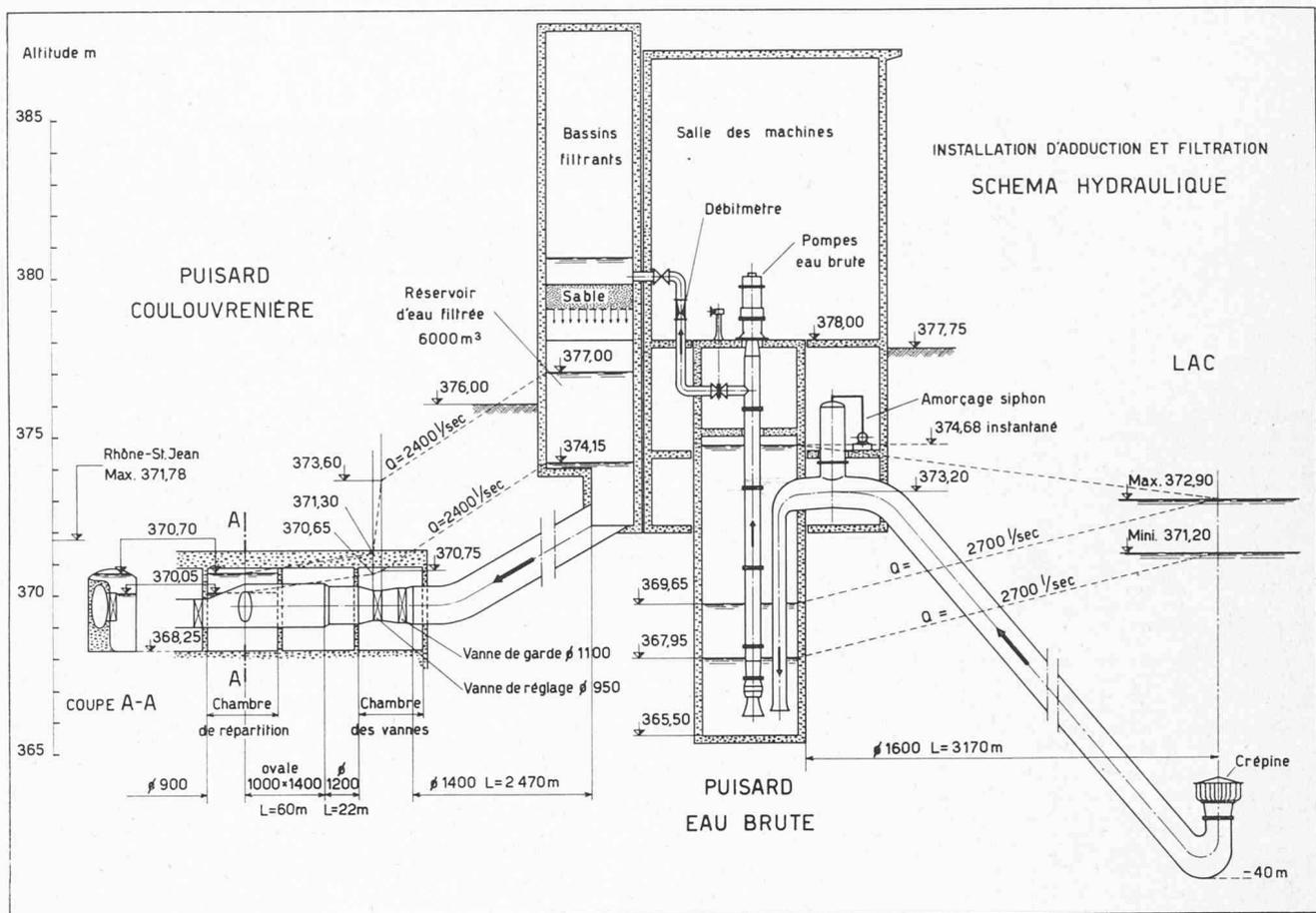


Fig. 17

En outre, il est utile de connaître à tout moment la valeur de l'excédent du débit d'eau brute sur celui des filtres; cette mesure se fait au moyen de deux déversoirs triangulaires dont les indications sont enregistrées sur le tableau général. Les goulottes d'eau brute sont recouvertes, à environ 30 cm en dessous des arêtes de marbre, de dalles perforées en béton armé, reposant sur des battues; elles sont destinées à assurer une répartition uniforme de l'eau sur les 16 m de longueur des bassins.

L'eau brute est ainsi arrivée sur les filtres et elle va abandonner à son passage sur le lit filtrant les impuretés végétales et animales qu'elle contient, le plancton; elle devient de l'eau filtrée qui est récoltée par les nombreuses buses à crépine en cuivre fixées dans le fond des filtres. Cette eau passe ensuite dans la partie inférieure des bassins pour s'écouler par la tuyauterie d'évacuation de 400 mm de diamètre, qui comprend entre autres une vanne d'obturation et un régulateur de débit. Elle parvient dans deux galeries collectrices, de 1,86 m x 3,14 m de haut, situées dans l'axe longitudinal du bâtiment des filtres (fig. 18). A l'extrémité opposée au bâtiment des machines, ces galeries communiquent entre elles et avec les deux réservoirs situés sous les filtres. Un batardeau permet de mettre hors service un réservoir, tout en maintenant l'exploitation de l'ensemble des filtres. L'eau filtrée traverse en longueur les deux réservoirs et s'écoule, par les deux conduites de départ, au travers des vannes à papillon de 1000 mm de diamètre. Elle rejoint ainsi, dans le double

radier du bâtiment des machines, la conduite d'eau filtrée de 1400 mm de diamètre qui relie la station de filtration du Prieuré à l'usine élévatrice de la Coulouvrenière.

Immédiatement à l'amont de cette dernière, sur le terre-plein, sont installés deux organes importants: tout d'abord une vanne dite « de garde », à papillon, de 1100 mm de diamètre; puis une vanne de réglage, également à papillon, de 950 mm de diamètre, destinée à maintenir le niveau de l'eau dans le puisard de l'usine de pompage entre deux cotes bien déterminées. Cette vanne a été construite pour laisser passer, en position fermée, un débit de l'ordre de 700 l/s sous la chute minimum; c'est ce qui explique que le papillon est plus petit que le diamètre de passage de la vanne. Cette condition a été imposée au constructeur pour permettre l'alimentation des pompes à piston en cas d'arrêt brusque de toutes les pompes centrifuges provoquant une élévation de niveau dans le puisard, d'où fermeture de la vanne de réglage. Rappelons en effet que le pompage de l'usine de la Coulouvrenière est assuré simultanément par des turbines hydrauliques et par des moteurs électriques. Il est intéressant de signaler encore que le raccordement de la conduite de 1400 mm à la tubulure  $\varnothing$  1200 mm de pénétration dans l'usine a été réalisé au moyen d'un coude venturi qui contrôle les niveaux du puisard et les transmet au servo-moteur de la vanne de réglage.

D'autre part, le puisard de l'usine, qui constitue en somme une chambre d'équilibre de la conduite d'eau

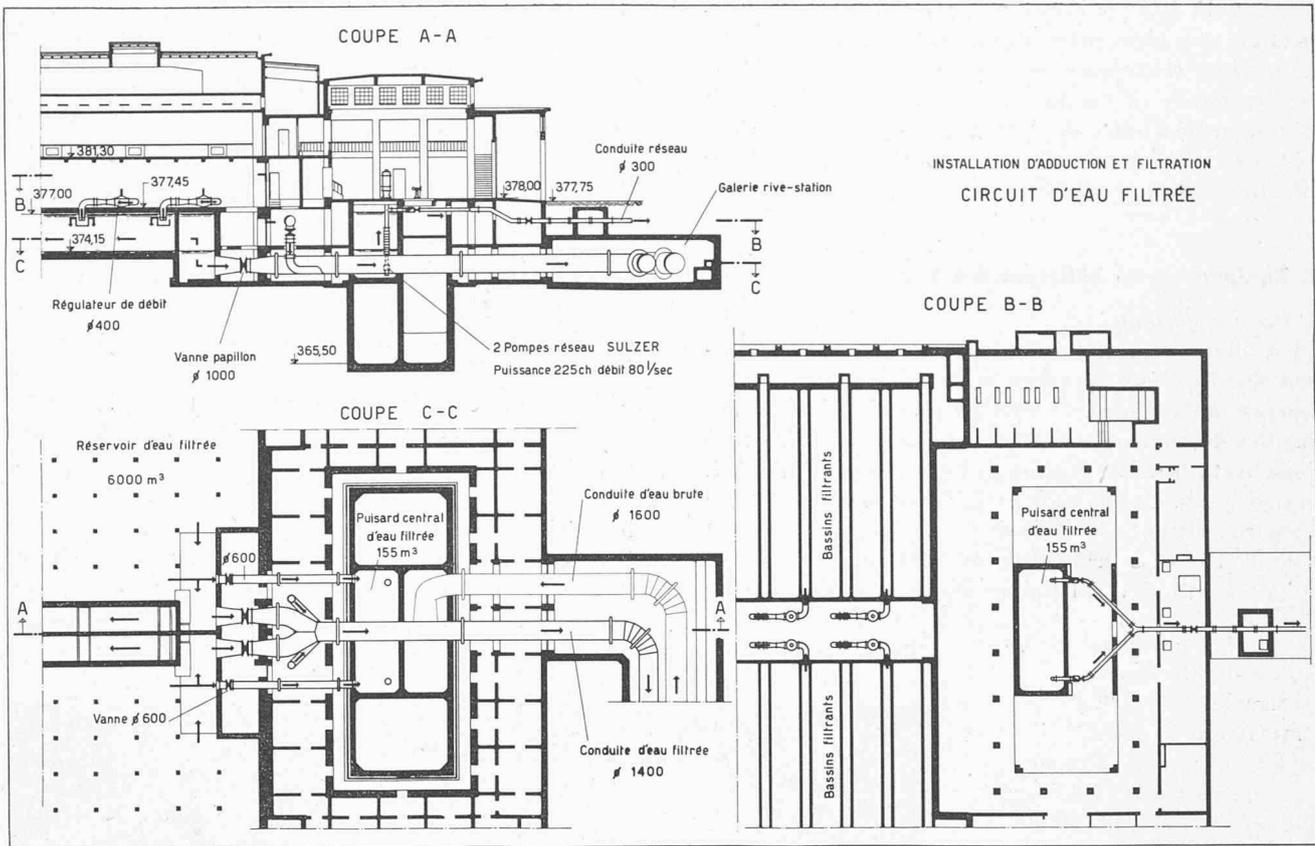


Fig. 18. — Coupes verticale et horizontales des bâtiments montrant le circuit parcouru par l'eau filtrée, de la sortie des régulateurs de débit jusqu'à la conduite de départ  $\phi$  1400 mm.

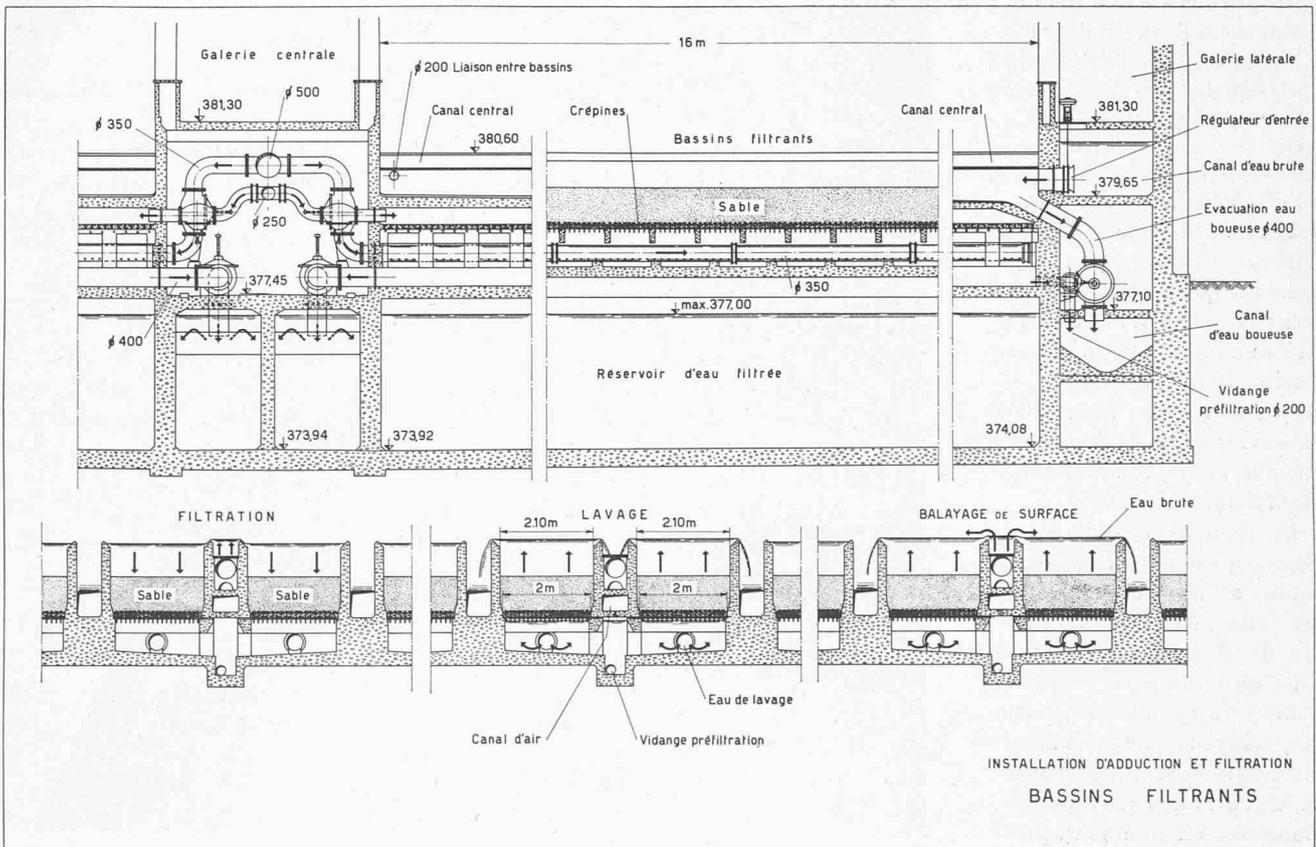


Fig. 19. — Coupes longitudinale et transversale d'un filtre. Phases d'exploitation.

filtrée, a dû être pourvu d'un certain nombre d'ouvertures de trop-plein permettant, en cas d'arrêt brusque des groupes électriques de pompage, d'éviter une onde de surpression en assurant le déversement d'un débit maximum de l'ordre de 1600 l/s. Ces dispositions ont été prises à la suite d'études compliquées confiées à des spécialistes de ces questions.

## II. Equipement du bâtiment des filtres

### a) Bassins filtrants

Un filtre est composé de deux bassins qui fonctionnent simultanément pendant la filtration comme lors de l'opération de lavage. De chaque côté d'un bassin sont disposés des canaux en maçonnerie servant à l'amenée d'eau brute et à l'évacuation de l'eau de lavage (fig. 19). La surface d'un filtre est de  $2 \times 2,10 \text{ m} \times 16 \text{ m} = 67,2 \text{ m}^2$ ; la surface filtrante totale, soit pour dix-huit filtres, est donc de  $18 \times 67,2 \text{ m}^2 =$  environ  $1200 \text{ m}^2$ . Les données de base ayant servi à l'établissement du projet sont les suivantes :

Vitesse de filtration :

normale 7 m/h

maximum 8 m/h

Lit filtrant : sable de quartz, granulométrie 0,6 à 1,0 mm

Hauteur de sable : 0,80 m

Hauteur d'eau sur le sable : 0,80 m

Hauteur de dépression sous le lit filtrant : maximum 2 m

Lavage :

vitesse de l'air 15 à 18 mm/s

vitesse de l'eau pendant l'injection d'air, 3,5 à 4 mm/s

vitesse de l'eau après l'arrêt de l'air 7 à 8 mm/s.

D'après les vitesses de filtration admises, un filtre peut débiter normalement 130 l/s (vitesse = 7 m/h) et au maximum 150 l/s (vitesse = 8 m/h). Dans ces conditions, la capacité maximum de la station atteint 1950 l/s en première étape, soit avec treize filtres en service et un en lavage ; en seconde étape, le débit maximum s'élèvera à 2550 l/s.

Le fond de chaque bassin est constitué par des dalles de béton armé traversées par des buses à crépine, au nombre de 81 par mètre carré. Elles sont composées chacune d'une tête cylindrique en cuivre, dont la surface latérale est munie de fentes de 0,4 mm de largeur, ainsi que d'un tube plongeant en somoplas, percé de trois trous de 3 mm de diamètre destinés à l'injection

de l'air de lavage. C'est dans des écrous en polystyrène scellés dans les dalles de fond que sont vissées les têtes en cuivre qui serrent du même coup les tubes plongeants. Le nombre total des buses à crépine dépasse 72 000 pour les quatorze filtres équipés.

Le sable filtrant qui a été choisi est un sable de quartz de la meilleure qualité, constitué par de la silice pratiquement pure (99,5 % de  $\text{SiO}_2$ ) et séché au four. Sa granulométrie moyenne est : en dessous de 0,6 mm, 1,25 % ; de 0,6 à 0,75 mm, 22,5 % ; de 0,75 à 1,0 mm, 68,25 % ; de 1,0 à 1,2 mm, 7,75 % ; au-dessus de 1,2 mm, 0,25 %. Le volume employé en première étape est de  $840 \text{ m}^3$  ce qui représente un poids de plus de 1200 t, et il a fallu douze semaines pour le mettre en place dans les bassins, à la cadence de 5 wagons de 20 t par semaine.

### b) Réglage des filtres

Il est nécessaire de maintenir une vitesse de filtration constante si l'on désire obtenir un rendement optimum d'une installation de filtration. C'est pourquoi

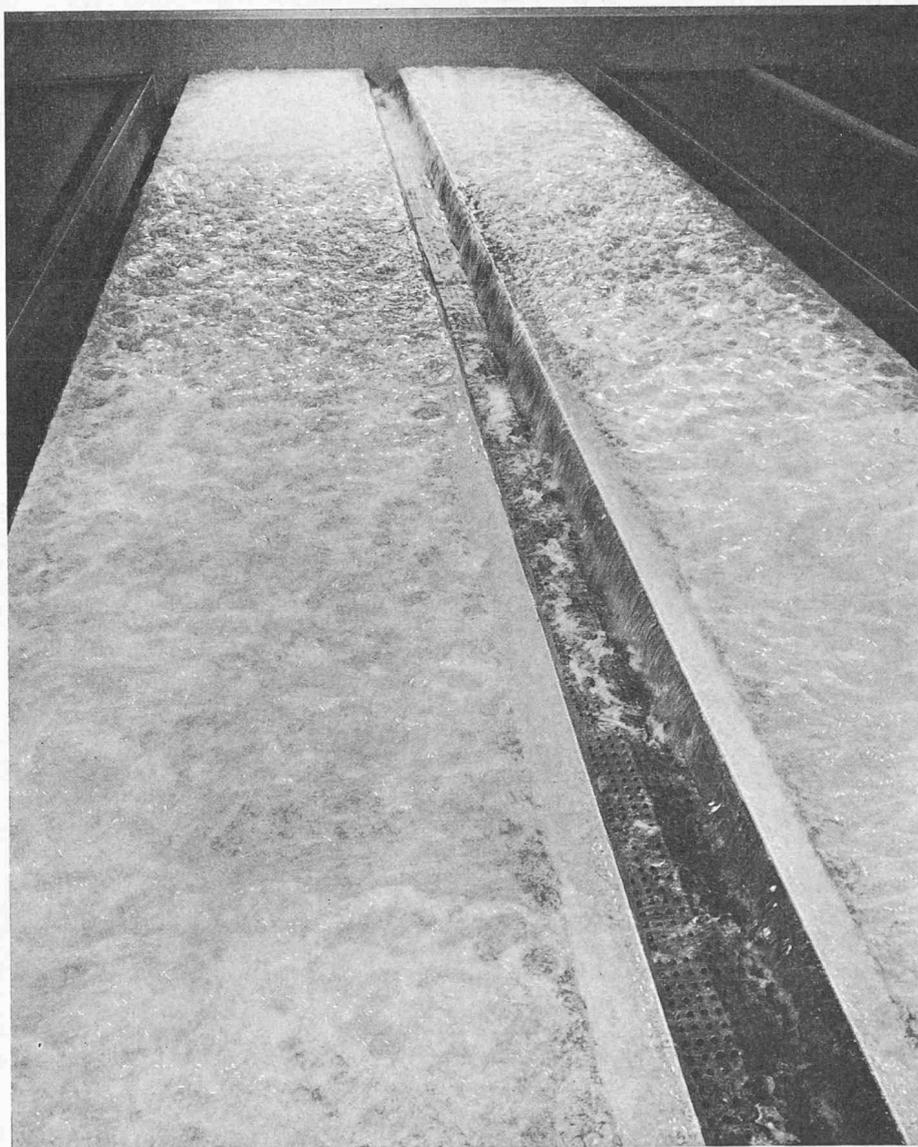


Fig. 20. — Vue d'un filtre en lavage par injection d'air et d'eau à contre-courant à travers la masse de sable.

les sorties d'eau filtrée sont contrôlées chacune par un véritable régulateur de débit dont la fonction est de rendre la vitesse de filtration indépendante, non seulement du degré d'encrassement des filtres, mais aussi des variations éventuelles de l'amenée d'eau brute. Le genre d'appareil adopté permet un démarrage lent ; en outre, il peut être commandé à distance par un simple bouton sur le pupitre de commande du filtre correspondant et il donne, grâce au tube venturi, l'indication du débit d'eau filtrée sur le dit pupitre. Ce régulateur se compose de trois parties principales, soit un tube venturi, un organe régulateur recevant les variations de pression différentielles du tube et une vanne de réglage. La vanne est à commande hydraulique. L'amenée d'eau sous pression au cylindre est réglée par un distributeur qu'actionnent deux chambres à membrane. Ces dernières correspondent, l'une au débit désiré et l'autre au débit réel du filtre. La position du tiroir est donc dépendante de la différence de ces deux débits. Enfin, au moyen d'un dispositif spécial, dénommé « Master Control », monté dans la salle des machines, on peut régler simultanément à une même valeur le débit de tous les filtres, sans préjudice du contrôle individuel de chaque unité. Cette commande centralisée est réalisée par transmission pneumatique à chaque régulateur, qui est muni à cet effet d'une soupape à trois voies permettant de passer du réglage individuel au réglage général.

Le régulateur d'entrée d'eau brute est constitué, ainsi que nous l'avons déjà dit, par une vanne à papillon commandée par un servo-moteur pneumatique. Sa fonction est d'adapter le débit d'eau brute sur les

filtres au débit de sortie fixé par le régulateur d'eau filtrée, de façon à maintenir constant le niveau de l'eau sur les bassins. On obtient ainsi un régime de filtration sans oscillation ni à-coup, sans variation brusque de pression pouvant entraîner une solution de continuité du dit régime. En outre, en mettant hors circuit le dispositif de réglage de la vanne d'entrée, on peut, au moyen d'une manette disposée sur le pupitre de commande, provoquer l'ouverture complète de la dite vanne et réaliser ainsi un balayage de surface accélérant l'évacuation de l'écume boueuse en fin d'opération de lavage.

### c) Lavage des filtres

Une opération extrêmement importante, destinée à évacuer à l'égout tout le plancton retenu à la surface du sable, est le lavage des filtres. Ce nettoyage doit être aussi parfait que possible de façon qu'au début de chaque période de filtration le sable ait retrouvé son état initial de propreté. De plus, après un lavage, la surface du lit filtrant doit être parfaitement plane et horizontale. Il s'ensuit qu'il est absolument indispensable que le lavage soit uniforme en tous points de la masse filtrante (fig. 20).

La difficulté est de réaliser une répartition satisfaisante de l'air de brassage sous le fond de filtre. C'est pourquoi cet espace est subdivisé en sections de 1 m par les poutres transversales de support. Chaque section est alimentée régulièrement par des tubes calibrés, en communication avec le canal longitudinal de répartition d'air au moyen de perforations disposées dans sa partie inférieure (fig. 19). Lorsque l'air est pulsé, il sort des perforations, chasse l'eau et pénètre par les tubes

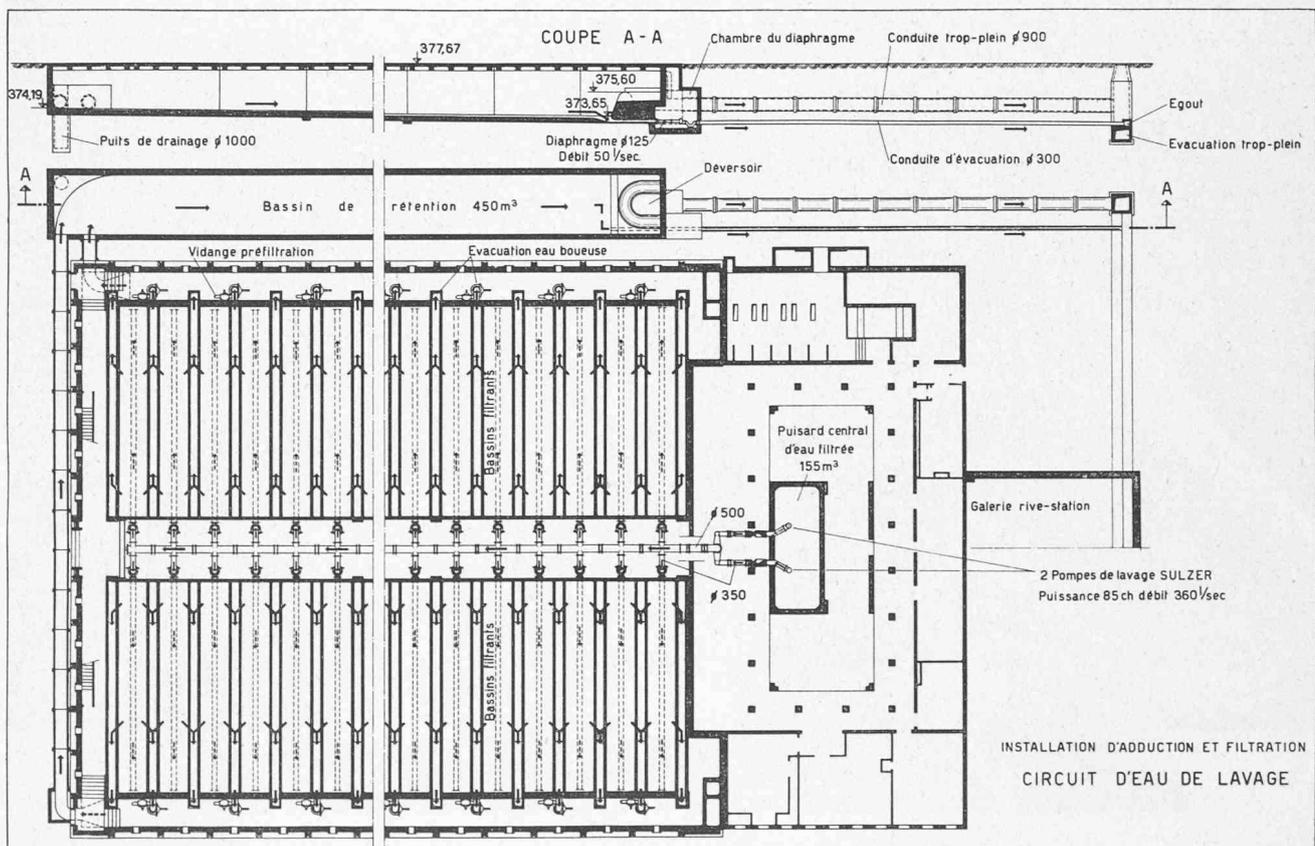


Fig. 21. — Coupes horizontale et verticale des bâtiments ; circuit d'évacuation des eaux de lavage.

calibrés sous les dalles à crépine où un matelas d'air se forme ; quand ce dernier atteint une épaisseur suffisante, les trous latéraux des tubes des buses à crépine émergent et l'air peut alors se diffuser dans le sable par les crépines. Il découle de ce qui précède que dès le début du lavage à l'air, qui constitue la première phase de lavage, on obtient un brassage uniforme du sable sur toute la longueur du filtre.

Dans la seconde phase, on envoie simultanément de l'air et de l'eau filtrée, et à la troisième phase, l'air est supprimé et l'on double le débit d'eau. C'est au moyen de deux conduites en éternit  $\varnothing$  350 mm, disposées sous les fonds des filtres, dans l'axe longitudinal de chaque bassin, que cette eau de lavage est distribuée (fig. 19). Ces tuyaux sont percés de deux rangées de trous à leur partie inférieure, ce qui assure une répartition régulière de l'eau sur les 16 m de longueur des filtres.

La durée entre deux lavages successifs d'un même élément est extrêmement variable et dépend de la qualité et de la quantité du plancton contenu dans l'eau brute. D'après ce que nous savons actuellement, cette durée peut dépasser une semaine, dans des conditions favorables ; mais durant les périodes critiques, elle se réduit à moins de vingt-quatre heures. Un filtre doit être lavé dès que la perte de charge au travers de son lit filtrant atteint 2 m. Cette opération est donc individuelle ; elle dure environ un quart d'heure et nécessite une quantité d'eau filtrée de quelque 400 m<sup>3</sup>. Un lavage comporte, en plus des trois phases déjà citées, une phase finale dite de « balayage » que nous avons signalée à propos des régulateurs d'entrée d'eau brute.

En outre, avant de remettre un filtre en service, on peut procéder à une préfiltration, à vitesse réduite, afin d'assurer un bon tassement du sable et de faciliter la formation du « film » à la surface du lit filtrant. L'eau de préfiltration est évacuée à l'égout (fig. 21).

#### d) Appareillage des filtres

Nous avons déjà décrit, au chapitre du réglage des filtres, les régulateurs d'eau brute et d'eau filtrée. Il nous reste à parler des vannes et de leur appareillage de commande. Le choix de vannes d'un type spécial, à commande pneumatique à membrane, a été dicté par les multiples avantages qu'elles offrent. En particulier, elles ne comportent pas de presse-étoupe ni de piston, ne nécessitent aucun graissage et sont rigoureusement étanches ; de plus, elles s'ouvrent instantanément quand la pression d'air cesse de s'exercer sur leur membrane. Enfin, leur construction est particulièrement soignée : corps en fonte, tige de guidage en acier inoxydable, garniture du siège en bronze, joint d'étanchéité de la soupape et membrane en caoutchouc synthétique renforcé (néoprène) ; toutes les parties internes de la vanne sont facilement accessibles. Une particularité intéressante à signaler est que ces vannes sont à commande indirecte, c'est-à-dire que la mise en pression ou à l'échappement de la chambre à membrane (fermeture ou ouverture) se fait au moyen de deux petites vannes-pilotes  $\varnothing$  1/2", du même type que les vannes principales, et également à commande pneumatique.

Chaque filtre comporte un jeu de 6 vannes principales, soit : 1 vanne  $\varnothing$  400 mm d'eau filtrée, 2 vannes

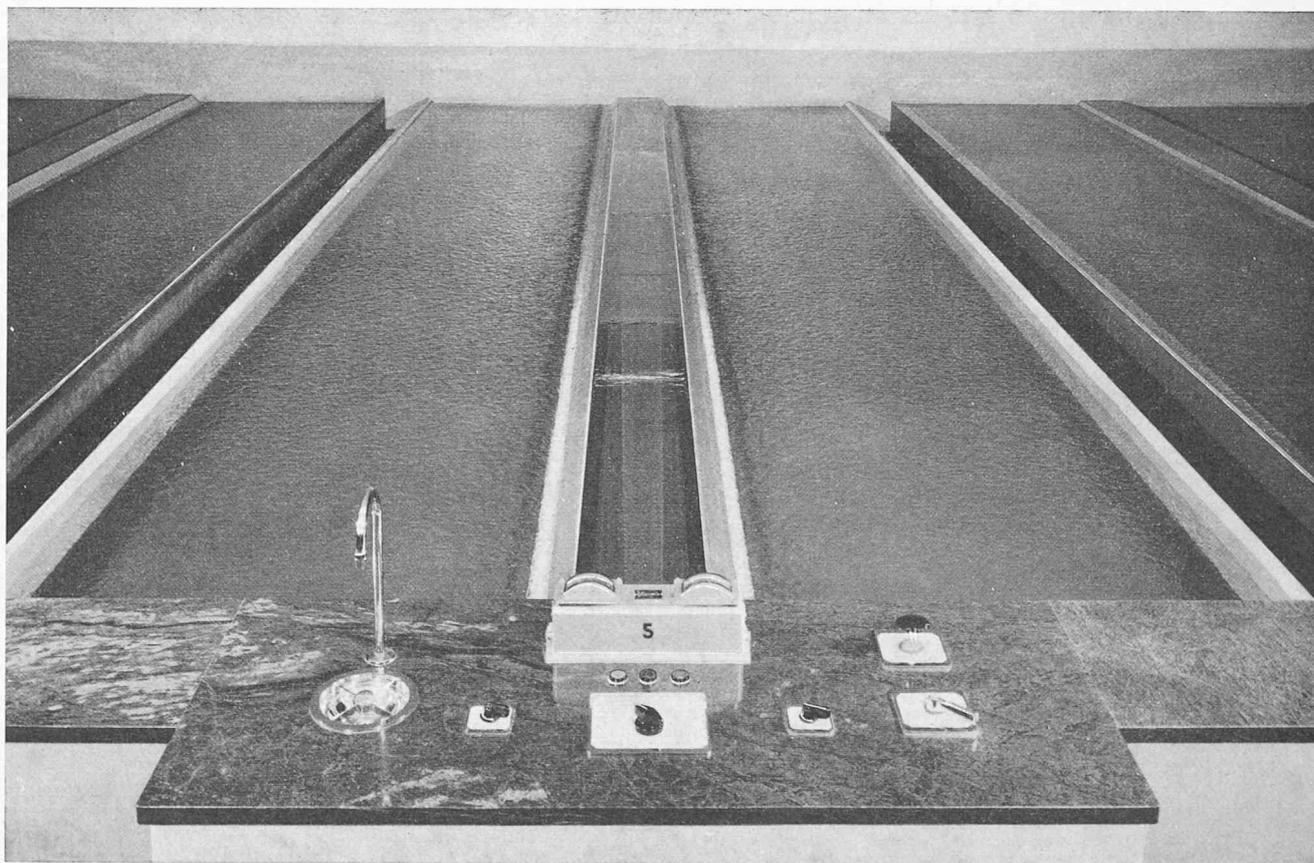


Fig. 22. — Un élément en filtration. Au premier plan, tableau de contrôle et de commande d'un filtre.

Ø 350 mm d'eau de lavage, 1 vanne Ø 250 mm d'air, 1 vanne Ø 400 mm d'évacuation des boues et 1 vanne Ø 200 mm de préfiltration.

Ce jeu de vannes est commandé par une manette unique ou « Manual Control » placé sur le pupitre de commande disposé devant chacun des filtres, dans la galerie centrale (fig. 22). Cette manette actionne un distributeur pneumatique ainsi qu'un commutateur électrique et peut occuper les sept positions suivantes : 1. Filtration ; 2. Lavage à air ; 3. Lavage air et eau ; 4. Lavage à eau ; 5. Balayage ; 6. Préfiltration et 7. Hors service. Dans chaque position de la manette, les différentes vannes entrant en considération pour la phase correspondante s'ouvrent ou se ferment automatiquement. En outre, cette même manette enclenche ou déclenche soit la soufflante fournissant l'air nécessaire au lavage, soit les pompes refoulant l'eau de lavage. Sur le pupitre de commande (fig. 22) se trouvent encore, à part le « Manual Control », le sélecteur permettant de passer du réglage individuel au réglage général, le bouton du régulateur de débit d'eau filtrée, la manette de commande du régulateur d'eau brute ainsi que les indicateurs de débit et de perte de charge et la fontaine de prise d'échantillons d'eau filtrée avec son interrupteur.

#### e) Installation de stérilisation

Avant d'être refoulée dans nos réseaux de distribution, l'eau filtrée doit encore être stérilisée. A cet effet, la station du Prieuré a été dotée d'une installation de chloration des plus modernes. Le chlore est stocké dans un local spécial, mis en légère dépression par un dispositif de ventilation et s'ouvrant directement sur l'extérieur. Toutes mesures ont été prises pour simplifier au maximum la manutention des récipients de chlore liquide qui est livré en fûts de 500 kg : sol surélevé constituant un quai de chargement et chemin de roulement avec chariot à palan permettant une mise en place rationnelle des fûts.

L'installation de dosage comporte trois appareils servant, le premier au départ principal d'eau filtrée, le

second au départ « réseau » et le troisième, de réserve aux deux premiers. Le réglage du débit de chlore s'effectue sous une cloche de verre, en dépression, et la capacité de l'installation a été déterminée pour obtenir un dosage maximum de 0,3 g/m<sup>3</sup>. Pour l'appareil principal, le dosage de chlore s'opère automatiquement en fonction de la teneur en chlore résiduel. Un ensemble pompes-injecteur introduit la liqueur stérilisante en deux points diamétralement opposés de la conduite. Des dispositifs diffuseurs garantissent un mélange homogène rapide.

Un organe spécial détermine la quantité de chlore résiduel à environ 10 m en aval des points d'injection. Cette mesure est transmise à un indicateur-régulateur, monté sur le tableau de contrôle de la chloration, qui commande le servo-moteur adossé à l'appareil de dosage. Le tableau de contrôle porte en outre les enregistreurs de chlore résiduel et de chlore utilisé, ainsi que l'appareillage de commande des groupes d'injection.

### III. Equipement du bâtiment des machines

#### a) Salle des machines

La salle des machines peut abriter dix groupes moto-pompes de forage, à axe vertical, soit six groupes d'eau brute, deux groupes d'eau de lavage et deux groupes de réseaux à haute pression. Seuls les supports et les moteurs électriques sont visibles dans la salle des machines (fig. 11), la partie hydraulique plongeant dans le sous-sol et dans les puisards à une profondeur atteignant jusqu'à 12 m.

Des six groupes d'eau brute, quatre seulement ont été installés en première étape ; les pompes peuvent élever chacune 450 à 500 l/s à une hauteur d'environ 14 m. Elles tournent à 980 t/min et sont entraînées par des moteurs électriques de 120 ch. Sur le refoulement Ø 500 mm de chacune des pompes sont montés un clapet de retenue à frein hydraulique annulaire et une vanne motorisée. La commande des groupes et des vannes s'effectue du tableau général, au moyen de manipulateurs de commande et de boutons-poussoirs.

Les pompes de lavage ont un débit unitaire de 360 l/s, une hauteur d'élévation de 9,5 m et une vitesse de 1450 t/min. Les moteurs d'entraînement ont une puissance de 85 ch. Enfin, les pompes de réseau, à sept étages, peuvent refouler chacune 80 l/s à 150 m de hauteur ; leur vitesse est de 1470 t/min et la puissance des moteurs électriques, de 225 ch. Il est utile de préciser que ces deux groupes ont été installés pour refouler environ 160 l/s d'eau filtrée directement dans le réseau haute pression, rive droite, afin de renforcer la pression dans la région des Crêts du Grand-Saconnex en périodes de pointes de consommation. Pour tout cet ensemble de machines, de même que pour les grosses pièces de tuyauterie, vannes et clapets du sous-sol, nous avons prévu un pont-roulant de 7,5 tonnes qui balaie toute la surface de la salle.

Le tableau général qui fait face à l'entrée principale mérite une brève description (fig. 23). Sur la partie de gauche nous avons disposé l'appareillage de commande

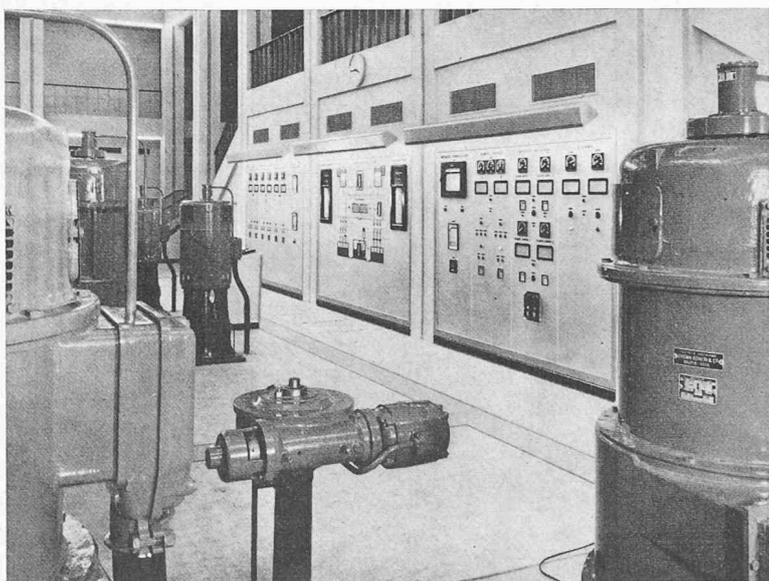


Fig. 23. — Tableau général de la salle des machines. A gauche, appareillage de commande des pompes d'eau brute ; à droite, signalisation et alarmes générales avec appareillage des groupes de lavage et de réseau. Au centre, tableau synoptique et de mesures.

des groupes d'eau brute, et sur la partie de droite, l'appareillage de signalisation et d'alarmes générales ainsi que celui des groupes de lavage et de réseau. La partie centrale du tableau a été réservée au tableau synoptique et aux commandes des circuits principaux d'eau brute et d'eau filtrée ainsi qu'aux divers enregistreurs. Ces derniers donnent les indications suivantes : 1. La température de l'eau brute ; la différence de température entre l'eau filtrée et l'eau brute, cette différence pouvant être positive ou négative ; la température d'ambiance de la salle des filtres. 2. Les niveaux de l'eau dans le puisard central d'eau brute, dans les réservoirs d'eau filtrée ainsi que dans le bassin de rétention, qui est destiné à l'accumulation temporaire de l'eau évacuée lors du lavage d'un filtre. 3. Le contrôle du fonctionnement des filtres. Nous disposons à cet effet de deux grands enregistreurs, soit un pour chaque rangée de filtres ; les indications portées sur les diagrammes sont : les phases de fonctionnement des filtres arrêt, en service ou lavage — l'utilisation des soufflantes et des pompes de lavage, et l'excédent d'eau brute. De plus, l'un des appareils donne la quantité d'eau de lavage employée, l'autre le volume total d'eau brute déversée. 4. Les débits élevés par les pompes d'eau brute, le débit d'eau filtrée au départ de la conduite  $\varnothing$  1400 mm et enfin, réunis sur un enregistreur séparé, le débit des pompes de réseau ainsi que la pression de ce réseau devant la station.

La mesure du débit d'eau brute est réalisée au moyen de deux diaphragmes intercalés sur les départs de la conduite de refoulement  $\varnothing$  900 mm située au sous-sol. A proximité de ces diaphragmes sont montés deux émetteurs pneumatiques qui sont reliés à un totalisateur. De là, les mesures sont transmises à un relais convertisseur et finalement à l'enregistreur électronique fixé sur le tableau général. Pour le débit d'eau filtrée, l'organe déprimogène est un tube venturi court  $\varnothing$  1400 mm, installé dans la galerie souterraine des conduites. Le reste de l'appareillage est identique à celui utilisé pour l'eau brute, sauf qu'il n'y a pas de totalisateur ; l'enregistreur électronique est commun aux deux mesures.

Enfin, devant le tableau central se dresse un pupitre qui porte l'appareillage du réglage général du débit des filtres : c'est le « Master Control ». Le débit unitaire imposé aux filtres est indiqué sur un cadran, et deux rangées de lampes-témoins signalent les filtres en service.

La consigne d'exploitation de la station de filtration du Prieuré consistera en somme à maintenir une réserve suffisante dans les réservoirs d'eau filtrée, la vanne de réglage installée à l'extrémité aval de la conduite  $\varnothing$  1400 mm devant assurer une alimentation judicieuse du puisard de la Coulouvrenière. Dès lors, nous avons estimé qu'il était indispensable de transmettre à l'usine de pompage l'enregistrement des niveaux de ces réservoirs et, de plus, un signal d'alarme en cas de panne d'électricité au Prieuré. La transmission est réalisée au moyen du câble d'alimentation de l'ancienne pompe du lac (bonbonne), prolongé à cet effet de la cabine Wilson à la station de filtration.

#### b) Local Diesel-soufflantes

Ce local contient toutes les machines spécialement bruyantes et il a été conçu afin d'éviter toute transmis-

sion de bruit au-dehors. Le groupe le plus important est le Diesel de secours. Pour assurer le fonctionnement total de la station de filtration en cas de panne prolongée de courant sur le réseau, il eût fallu un groupe de secours de plus de 1500 ch. Une telle acquisition nous a paru disproportionnée avec le reste de l'installation, vu la probabilité très faible d'une telle panne.

C'est pourquoi nous avons prévu un moteur Diesel de 325 ch. à 6 cylindres, vitesse 600 t/min, permettant l'alimentation des installations suivantes : 1° deux pompes d'eau brute pouvant débiter quelque 1000 l/s sur les filtres, ou 1500 l/s en court-circuitant les filtres et en refoulant l'eau brute directement dans la conduite d'eau filtrée ; 2° les services auxiliaires préférentiels, soit l'installation de siphonnage, une partie des mesures hydrauliques, les commandes motorisées des vannes, le redresseur, etc. ; 3° l'éclairage préférentiel.

L'alternateur a une puissance nominale de 275 kVA. Le démarrage du groupe est entièrement automatique de telle façon que, deux minutes après la panne de réseau, l'alternateur peut être mis sous charge. Un problème qui a retenu toute notre attention est celui concernant la propagation du bruit au-dehors par la tuyauterie d'échappement. Cette question extrêmement délicate étant donné la proximité d'immeubles locatifs a trouvé une solution satisfaisante par l'utilisation d'un silencieux et d'un pot d'échappement spécialement étudiés.

L'installation d'air comprimé nécessaire au lavage des filtres comprend deux soufflantes à pistons rotatifs, système Roots, de 4400 m<sup>3</sup>/h chacune. La pression au refoulement est de 0,35 kg/cm<sup>2</sup>, et la vitesse de 1100 t/min. Elles sont entraînées au moyen de moteurs électriques de 88 ch tournant à 1460 t/min, par l'intermédiaire de réducteurs de vitesse. La mise en marche est provoquée à distance depuis le pupitre de commande des filtres. Une seule soufflante est utilisée pour les lavages, l'autre étant en réserve. L'aspiration de l'air se fait au travers de chambres à chicanes insonorisées. L'air passe ensuite par un filtre système Raschig, puis par deux silencieux, un monté sur l'aspiration commune des soufflantes, l'autre sur le refoulement. L'installation est munie des organes de sécurité habituels, soit vannes de sectionnement, clapets de retenue, soupape de décharge, etc. ; de plus, avant son raccordement à l'installation des filtres, la conduite de refoulement,  $\varnothing$  250 mm, passe par un point haut afin d'éviter un retour d'eau éventuel dans les soufflantes.

Un groupe important par sa fonction est l'installation d'air comprimé nécessaire soit à la commande des nombreuses vannes de l'équipement des filtres, soit à certaines mesures hydrauliques. Cette installation comprend deux compresseurs à 3 cylindres, de 50,5 m<sup>3</sup>/h. La pression au refoulement est de 8 kg/cm<sup>2</sup>. Les moteurs ont une puissance de 10 ch et tournent à 955 t/min. L'air est accumulé dans deux réservoirs de 340 l, puis dirigé sur un tableau pneumatique de distribution comportant les huit départs suivants : un départ à 4 kg/cm<sup>2</sup> pour les appareils de mesure de débits ; deux départs à 4 kg/cm<sup>2</sup> pour les commandes des filtres ; deux départs à 4 kg/cm<sup>2</sup> pour les régulateurs d'entrée d'eau brute ; deux départs à 0,4 kg/cm<sup>2</sup> pour la manœuvre des vannes et un départ à 0,4 kg/cm<sup>2</sup> pour le « Master Control ». La mise en marche et l'arrêt des

groupes sont automatiques, en fonction de la pression dans les réservoirs ; la commande se fait au moyen de manostats, réglés en cascade.

### c) Partie électrique

L'énergie électrique nécessaire est fournie par l'intermédiaire d'une cabine de transformation 18 kV/220/380 V, incorporée dans le sous-sol du bâtiment des machines. Cette cabine comprend deux transformateurs de 1 MVA destinés exclusivement au service de la station de filtration. L'installation est interconnectée au réseau haute tension ; elle bénéficie de ce fait de deux alimentations, ce qui constitue une sécurité importante d'exploitation.

Les cellules de distribution occupent un local contigu

à la cabine et comprennent treize départs individuels pour les machines principales, trois départs pour les services auxiliaires et un départ pour l'éclairage.

Et, pour terminer cette description succincte, mentionnons encore la batterie d'accumulateurs, de 105 AH et 230 V, destinée à l'alimentation de secours des commandes, des signalisations, d'une partie des mesures et enfin de l'éclairage. L'installation de charge se compose de deux redresseurs : l'un pour l'alimentation ordinaire des circuits à courant continu, l'autre pour la charge et le maintien de la batterie. Cette dernière ne débite donc qu'en cas de panne, c'est-à-dire qu'elle est normalement hors circuit.

Genève, novembre 1959.

(Les photos des figures 20, 22, 23 sont de M. Kettel, à Genève.)

## ASSEMBLAGE « ONDULÉ » POUR POUTRES EN BOIS

par JEAN STRYJENSKI, architecte, Genève.

Cet assemblage a été réalisé en plusieurs exemplaires lors de la construction de Nouveaux Silos et Entrepôts, à La Praille, pour le compte de la Société d'Exploitation des Silos et des Entrepôts de l'Etat de Genève. Il a été conçu par le soussigné, au bureau de MM. Erb et Lozeron, architectes S.I.A., F.A.S., à Genève.

Les Entrepôts de La Praille sont destinés à recevoir les marchandises les plus diverses comme voitures, papier, céréales, etc. Pour permettre le stockage des marchandises en vrac dans les halles des entrepôts, il s'est avéré nécessaire de construire des cloisons démontables, à fixer entre les piliers en béton armé. Ces cloisons, formant des cellules temporaires, étaient destinées à être facilement déplacées, montées, maniées, entreposées et entretenues par le personnel non spécialisé. Pour leur construction, la préférence a été donnée au bois, qui réunit le nombre de qualités requises et dont le coût n'est pas excessif.

Les dimensions des parois ayant été déterminées par la distance entre les piliers de béton et par la hauteur disponible, il ne restait qu'à trouver la solution la plus solide et économique, ainsi que la décomposition en éléments maniables. La longueur d'une paroi est de 4,64 m et la hauteur de 4,65 m.

Cette solution a été apportée par un ensemble de quatre poteaux en bois collé, posés sur une base ancrée dans le radier. Les poteaux sont tenus à 2,70 m du sol par une poutre-moise qui appuie ses deux extrémités sur les piliers en béton, par l'intermédiaire des colliers métalliques. Dans les rainures des poteaux se glissent des plateaux massifs de 50mm. La position de la poutre-moise donnant appui aux poteaux est déterminée par les moments de flexion (moment pos. = moment nég.) agissant dans ces derniers. La force transmise à la poutre par chaque poteau est de 4,150 t (fig. 1).

La poutre-moise est calculée comme une poutre homogène, à section rectangulaire, sous déduction de la partie centrale discontinue logeant les poteaux. Cette partie, d'ailleurs, n'intervient que faiblement dans la résistance à la flexion, vu la proximité de

l'axe neutre. Trois éléments statiques composent la poutre-moise : deux moises, une de chaque côté, et, prises entre les deux moises, les fourrures remplissant l'espace entre les poteaux. Les moises sont soumises aux efforts de traction et de compression, les fourrures, par contre, sont chargées de transmettre les importants efforts tranchants et d'établir la liaison entre les moises, réalisant ainsi une section homogène, comme cela a été admis dans le calcul.

Vu le fait que la poutre pouvait être montée et démontée par le personnel non spécialisé, ainsi que l'importance de l'effort tranchant, il s'avérait nécessaire de chercher une solution simple, mais mieux adaptée aux besoins que les pièces d'assemblage connues, telles que griffes, anneaux, clefs en bois dur, etc.

La solution de ce problème consiste en une ondulation découpée dans une pièce de bois de la largeur de la poutre. Une partie est collée sur la moise, l'autre partie sur la fourrure ; une fois assemblées, les ondes se logent les unes dans les autres, reconstituent la pièce de bois dans laquelle elles sont découpées et assurent la transmission des efforts tranchants sur

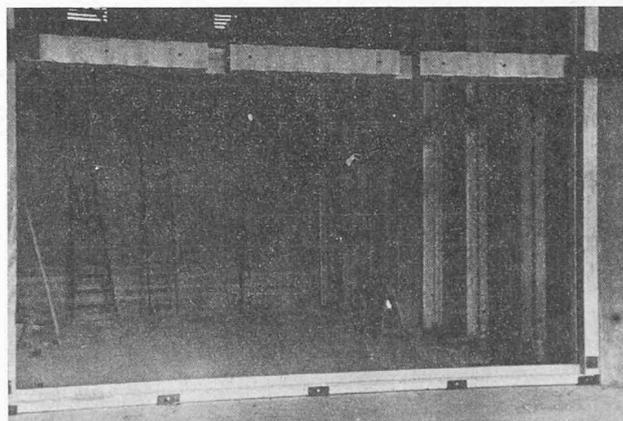


Fig. 9. — Vue d'une paroi en montage.