

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 86 (1960)
Heft: 7

Artikel: La station de filtration du Prieuré, à Genève
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-64477>

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: 05.05.2025

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. Groscurin, 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.
Société vaudoise des ingénieurs et des architectes: Rapport de gestion 1959.
Bibliographie. — Divers. — Les congrès.
Documentation générale. — Documentation du bâtiment. — Nouveautés, informations diverses.

LA STATION DE FILTRATION DU PRIEURÉ A GENÈVE

Les Services industriels de Genève ont bien voulu autoriser le Bulletin technique à reproduire pour ses lecteurs la plus grande partie de la plaquette qu'ils ont éditée pour le 23 mai 1959 à l'occasion de l'inauguration de la Station de filtration des eaux du lac, à Genève. (Réd. ¹)

Introduction

Depuis la plus haute antiquité, Genève avait pu s'enorgueillir de la pureté des eaux que la nature avait mises à sa disposition. Cependant, dès après le premier quart de ce siècle, il fallut déchanter. Notre beau lac de Genève n'échappa pas en effet au phénomène général

de la pollution des eaux, due à de multiples circonstances parmi lesquelles il convient de citer plus particulièrement le morcellement excessif des grandes propriétés riveraines, l'exigence tardive des fosses de décantation, le déversement direct des eaux usées d'industries toujours plus nombreuses et de milliers de garages dont les déchets de matières grasses et d'essence ne se dissolvent que très imparfaitement.

L'alerte fut donnée il y a quelques années déjà, moment dès lequel les Services industriels entreprirent les longues et difficiles études, grâce auxquelles il est possible aujourd'hui de doter Genève d'une des stations de filtration d'eau potable les plus importantes du continent, station qu'il faudra peut-être compléter un jour par une sous-station de coagulation préalable et d'ozonisation. La complexité des installations de cette nature réside dans le fait que, contrairement à beaucoup d'autres, elles exigent constamment la résolution de problèmes nouveaux, voire des innovations qui comportent évidemment des risques et des responsabilités.

¹ Nous remercions particulièrement M. Louis Comisetti, président des S. I. de Genève, de nous avoir permis d'utiliser les textes de MM. Pazziani, directeur, et R. Nyffeler, chef de section au Service des eaux; A. Stévenin, ingénieur-conseil, chef du « Collège technique »; C. Groscurin, architecte, et J. Calame, ingénieur civil, mandataires des S. I. pour la construction de la Station; J. Bauty, ingénieur civil, pour la construction des conduites souterraines et de la route d'accès.

Considérations générales

L'eau du lac, d'origine essentiellement superficielle (pluie et ruissellement), contient non seulement des corps minéraux ou organiques inanimés (matières en suspension, substances colloïdales, matières dissoutes), mais aussi des corps organisés, végétaux et animaux.

Le plancton est formé par l'association d'organismes végétaux et animaux et représente une quantité de plantes et d'animaux variés de très petite taille, dispersés dans l'eau, à des concentrations variables suivant la profondeur, la saison, la lumière, la température, les courants, etc. Si l'on tient compte encore des diverses bactéries, pathogènes ou non, dont certaines espèces vivent en symbiose avec les organismes du plancton et sont protégées de ce fait contre l'action bactéricide du stérilisant employé, on conçoit aisément que cet ensemble représente bien une nuisance qu'il faut éliminer si l'on veut fournir aux consommateurs une eau d'une qualité parfaite.

Or, l'immense réservoir du Petit-Lac est exposé à diverses pollutions par l'apport massif et constant de résidus variés que l'on y déverse par le tout-à-l'égout et qui entraînent la croissance et le développement des algues et végétaux supérieurs ; il s'ensuit également une prolifération de tous les micro-organismes (bactéries, champignons et algues), qui se développent suivant les possibilités plus ou moins grandes de nutrition qui leur sont offertes et pour lesquels les substances de déchets, introduites dans le lac, constituent d'excellents aliments.

On voit donc que l'état oligotrophe de notre réservoir naturel d'eau potable (lac à eaux pures, chargées modérément en matières organiques) ne durera pas éternellement si l'on continue à y évacuer, sans traitement, un volume d'eaux usées toujours croissant.

Si la situation n'est pas dangereuse, à proprement parler, vu le pouvoir d'auto-épuration du lac, encore très élevé, la présence de certaines espèces de bactéries indésirables, comme le bacille *E. Coli*, indique une souillure par des eaux fécales. Ce dernier phénomène, sporadique jusqu'à ces dernières années, présente maintenant une fréquence tendant à augmenter. Au point de vue bactériologique, de même qu'en ce qui concerne la teneur en matières organiques, la qualité de l'eau a donc baissé au cours de cette dernière décennie, si bien que *sa filtration avant la stérilisation est devenue maintenant nécessaire*. En effet, les organismes du plancton et surtout du phytoplancton⁸ (diatomées, algues microscopiques, etc.) entravent l'action du stérilisant car les bactéries, qui vivent souvent en symbiose avec les algues, sont fixées dans leurs tissus et arrivent à échapper à la destruction par le chlore. En outre, le plancton se dépose dans les conduites publiques de distribution lorsque la vitesse de l'eau est suffisamment faible ; ces dépôts de masse organique constituent un milieu de culture pour les bactéries qui prolifèrent abondamment. Il faut alors éliminer ces dépôts par des purges de canalisations, souvent longues et coûteuses.

C'est pourquoi il importait d'éliminer de l'eau cette flore et cette faune microscopiques encombrantes, bien que la consommation directe d'eau brute par la population ne présentât pas un danger immédiat. Il convient de ne pas oublier que l'eau du lac, privée de son plancton, est une eau d'excellente qualité qui, une fois cor-

rigée par une stérilisation de sécurité, répond entièrement à toutes les conditions d'une eau de boisson parfaite. Notre ville jouit, au bord d'un grand lac d'eau douce, d'une situation privilégiée que lui envient beaucoup d'autres cités. Le Service des eaux se devait, utilisant judicieusement toutes les ressources de la technique moderne, d'assurer à la collectivité genevoise l'utilisation de cette incomparable richesse que représente une eau pure et abondante.

Emplacement de la station

Il s'agissait de projeter un bâtiment qui abriterait les filtres et les machines destinés à l'exploitation rationnelle de la filtration et de la stérilisation de l'eau. Ce bâtiment serait intercalé sur la conduite de prise d'eau, entre la crépine puisant l'eau du lac à une distance de la rive et à une profondeur bien définies, et l'usine de pompage existant à la Coulouvrenière sur le Rhône, qui distribue l'eau depuis 1888 à tout le canton de Genève.

Il a donc fallu trouver pour la nouvelle installation un terrain d'une surface d'au moins 4000 m², non compris les voies d'accès ; ce terrain devait être situé sur la rive droite, près du lac, et aux abords immédiats de la ville. De plus, l'emplacement du terrain à choisir devait se trouver à une altitude telle que la salle des machines, dont le niveau est déterminé par un schéma hydraulique, dispose d'un accès commode, et que le réservoir de 6000 m³ d'eau filtrée sous-jacent au bâtiment des filtres soit encore à un niveau assez élevé pour que l'adduction d'eau filtrée jusqu'à l'usine de la Coulouvrenière s'accomplisse sans pompage.

Les recherches aboutirent au choix d'une parcelle située en bordure de la rue Butini, à 250 m environ du lac (fig. 1).

Le lieu choisi est avantageux car, placé à mi-parcours de la distance crépine-Coulouvrenière, il permet de situer de façon adéquate la chambre d'équilibre du premier système et le réservoir d'eau filtrée du second, tout en rendant superflu un pompage intermédiaire qui serait une charge d'exploitation permanente et coûteuse.

Toutefois, cet emplacement dans un quartier résidentiel (fig. 2) a nécessité une isolation acoustique et une étude approfondie de la disposition des locaux des machines, de façon à ne laisser sortir vers l'extérieur aucun bruit gênant.

Les conduites sous-lacustres

On rechercha ensuite le meilleur tracé des conduites sous-lacustres. Les travaux débutèrent d'ailleurs par la pose de ces conduites : la *conduite d'eau brute* de 1,60 m de diamètre, longue de 3 km, amène l'eau du lac de la prise d'eau à la station de filtration ; la *conduite d'eau filtrée*, de 1,40 m de diamètre et de 2,2 km de longueur, transporte l'eau filtrée de la station de filtration à l'usine de pompage de la Coulouvrenière (fig. 3).

La *conduite d'eau brute* a été subdivisée en six tronçons qui furent montés sur la plage de Préverenges près de Morges et transportés successivement à Genève par flottage entre les mois de mai et d'août 1953. Un chenal avait été dragué auparavant sur quelques centaines de mètres à partir du massif d'ancrage du quai Wilson.

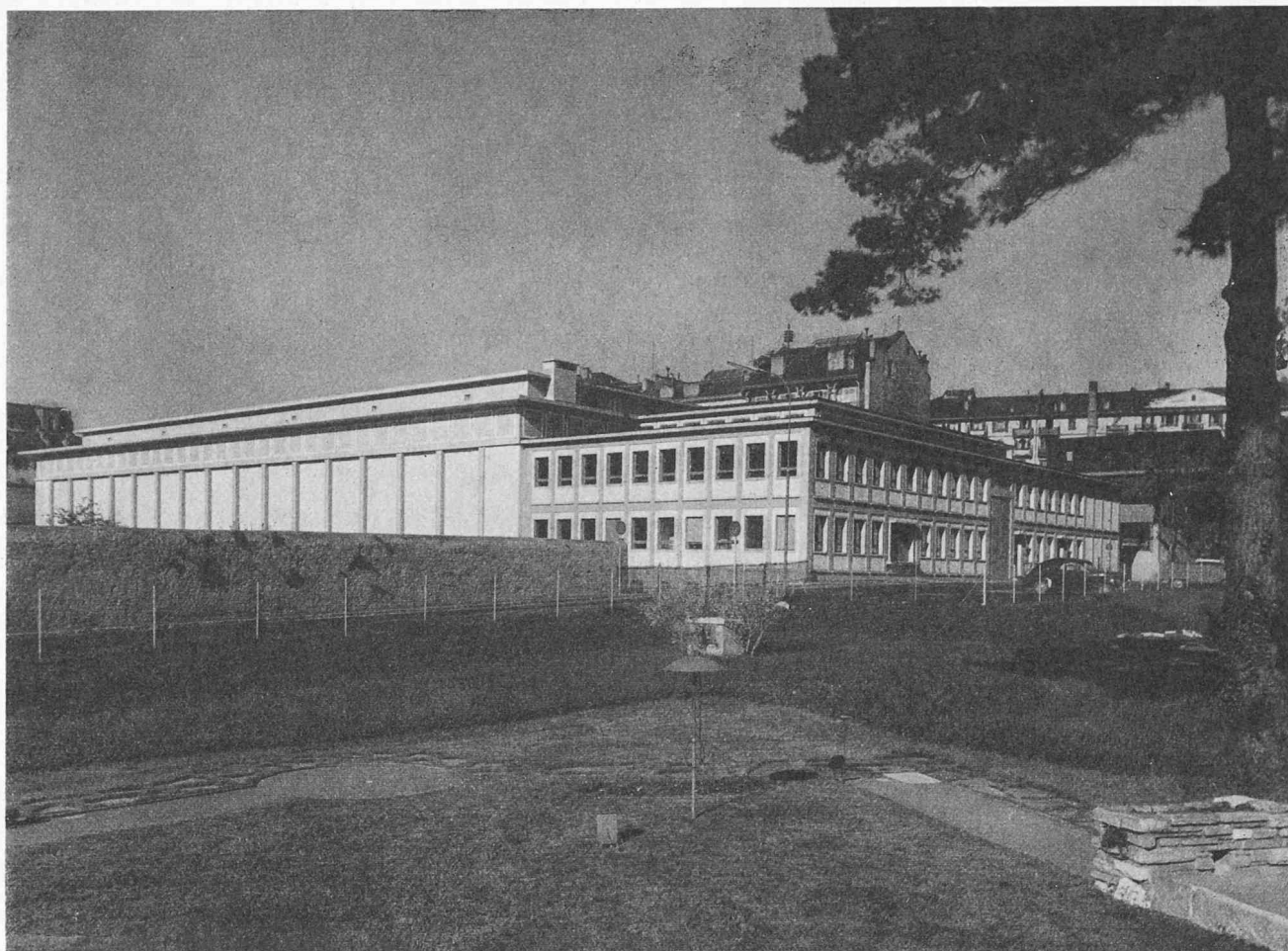


Fig. 1. — Vue générale du bâtiment de la station de filtration du Prieuré.

Après immersion, chaque tronçon entièrement soudé était boulonné au précédent par un scaphandrier. La conduite est munie de soufflets ou joints souples espacés d'environ 80 m afin de lui donner une certaine élasticité et lui permettre de s'adapter au terrain. A l'extrémité amont, une crépine supportée par une charpente métallique constitue la prise d'eau située à 35 m de profondeur, soit à 5 m au-dessus du fond du lac (fig. 4). La construction de cette conduite a posé divers problèmes très complexes, entre autres celui de la dépression intervenant sur une certaine longueur.

Quant à la conduite d'eau filtrée, elle fut montée en onze tronçons au quai de Cologny et mise en place entre les mois de mai 1954 et mai 1955. Un chenal a dû être dragué sur toute la longueur dont l'exécution a rencontré de grandes difficultés dues à la présence de blocs, de pieux et même de câbles électriques. Le dragage sous les ponts du Mont-Blanc et des Bergues nécessita des travaux spéciaux de protection des piles. Le procédé d'immersion fut un peu différent de celui de la conduite d'eau brute, en ce sens que pour éviter le risque de manque d'étanchéité des joints boulonnés, il fut prescrit de souder les tronçons les uns aux autres. Ce travail ne pouvant se faire qu'au-dessus de l'eau, il fallait relever l'extrémité du tronçon déjà en place et, grâce à des joints souples supplémentaires, présenter bout à bout les parties à raccorder par soudure. La conduite d'eau filtrée est ainsi parfaitement étanche

sur toute sa longueur, donc à l'abri d'infiltrations d'eau impure ; d'ailleurs, en service normal, sa pression intérieure est partout plus élevée que la pression extérieure. Mentionnons que cette conduite devait croiser à peu près au même niveau l'ancienne conduite de 1,2 m de diamètre. Le point de croisement se situe un peu en amont du Goléron des Pâquis. Il fut nécessaire de couper un tronçon de quelques mètres de l'ancienne conduite et de le remplacer par un siphon passant sous la nouvelle conduite.

La station proprement dite

Quant à la station de filtration, les données permettaient de concevoir deux éléments principaux, constituant deux bâtiments distincts, séparés par un joint (fig. 1).

Le principal élément du programme est un bâtiment des filtres d'une surface de 2500 m². L'importance de cette surface est due à la vitesse très lente de l'eau brute à travers les couches filtrantes ; le débit demandé (2,5 m³ à la seconde) nécessite une surface de filtres proprement dite qui est de l'ordre de 1200 m², à laquelle s'ajoutent des circulations internes et des canaux aménagés entre les bassins filtrants. Sous-jacent à ce bâtiment doit être prévu un réservoir d'eau filtrée de 6000 m³.

Le deuxième élément du programme est un bâtiment

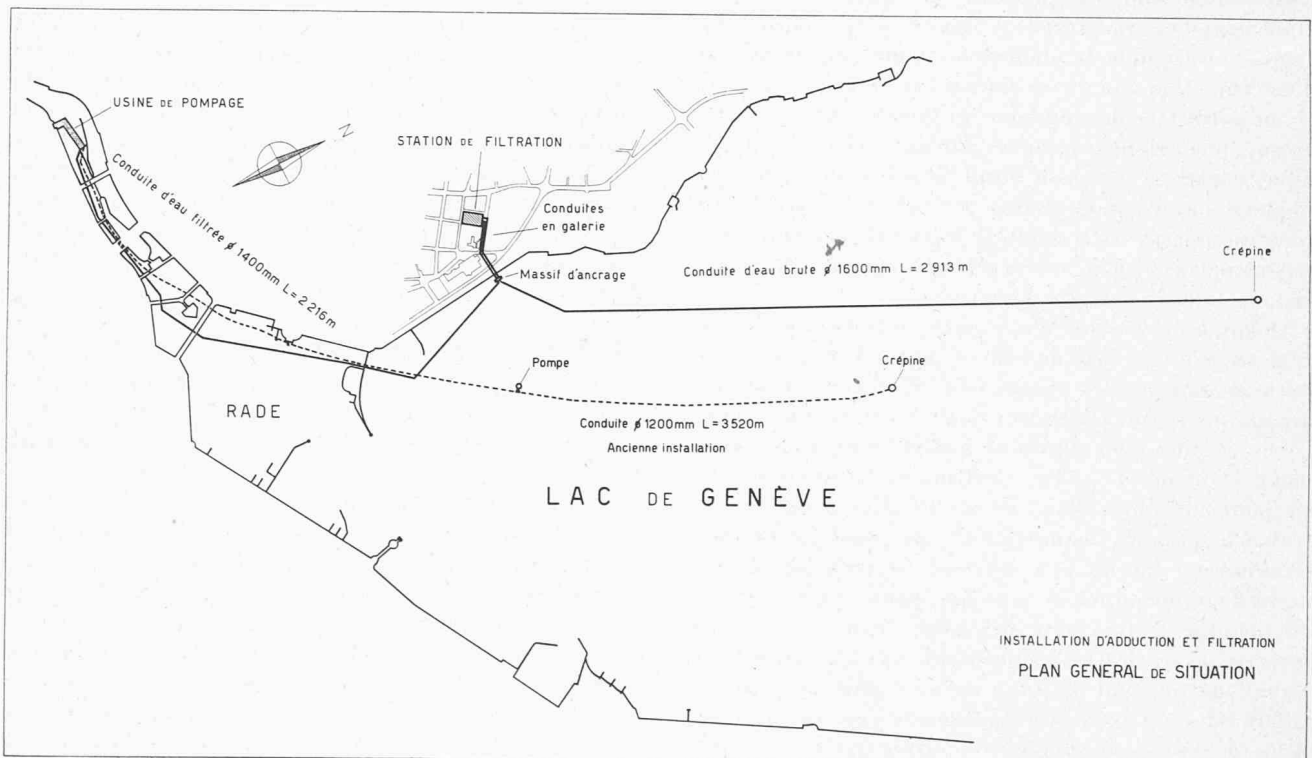


Fig. 2 et 3. — Situation des nouvelles installations d'adduction et de filtration (en traits pleins) avec l'ancienne conduite d'alimentation de l'usine élévatrice de la Coulouvrenière (en traits pointillés).

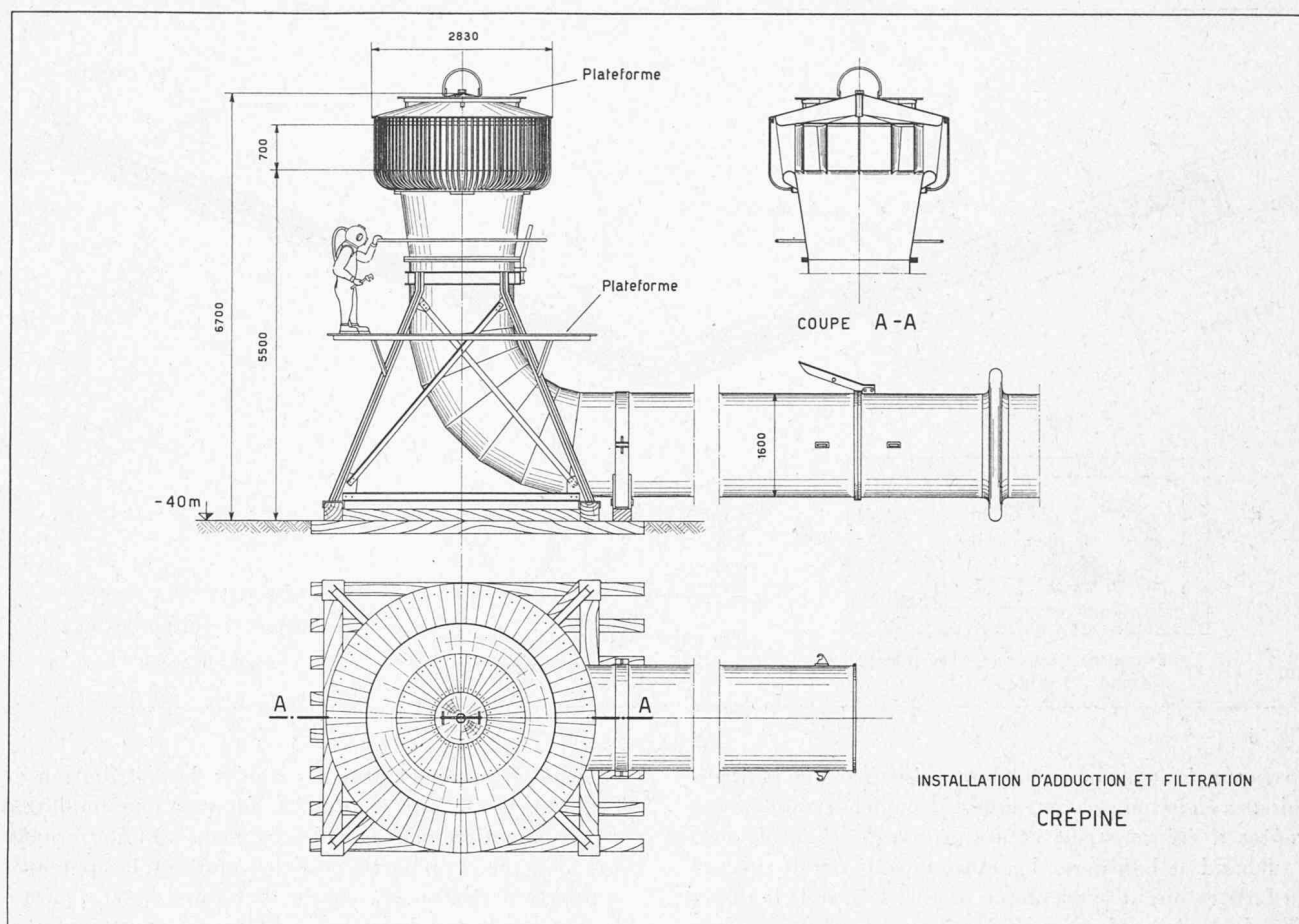


Fig. 4

des machines, qui doit comporter dans son infrastructure les puisards, principalement d'eau brute, à l'aboutissement du siphon provenant du lac ; au-dessus, les moteurs des pompes appelées à élever cette eau jusqu'au niveau des bassins filtrants. Ce bâtiment des machines, étroitement lié au bâtiment des filtres, doit comporter également un puisard et des pompes d'eau filtrée, pour deux raisons : une partie du réseau, sur la rive droite du lac, reçoit une alimentation complémentaire directe, à partir de la station ; d'autre part, l'eau filtrée est utilisée pour le lavage mécanique des couches de sable filtrant. Enfin, le bâtiment des machines doit comporter les emplacements nécessaires à de nombreuses autres machines : turbo-soufflantes utilisées dans le lavage des filtres, groupe de secours Diesel, compresseurs pour les commandes pneumatiques, pour l'installation d'amorçage du siphon ; station de transformateurs, sous-station, tableaux de commande, local de batteries d'accumulateurs, installation de chloration avec quai de chargement pour la réception des bonbonnes de 500 kg de chlore ; enfin toute une série de locaux appelés à rendre les services les plus divers : ateliers de mécanique, laboratoires de chimie et de bactériologie devant remplacer le laboratoire du service des eaux installé jusqu'ici au bâtiment de la Coulouvrenière ; locaux à l'usage du personnel et même salles de conférences et d'exposition de documents d'intérêt hydraulique et hydrologique.

L'évacuation des eaux de lavage des filtres posa un problème délicat qui fut résolu de la manière suivante :

Après discussion avec le Département des travaux publics et sur la base de rapports d'expertise de MM. les professeurs Jaag et Chodat, il fut décidé d'évacuer ces eaux chargées de plancton à l'égout du quai Wilson, toutefois sous un débit maximum de 50 l/sec. Etant donné que le débit réel des eaux de lavage peut atteindre par moments 600 à 700 l/sec, il en est résulté l'obligation de prévoir un bassin de rétention d'un volume de 450 m³. Un trop-plein de secours permet exceptionnellement d'évacuer les eaux de lavage au lac par une conduite spéciale. Les deux canalisations ainsi nécessaires, l'une allant à l'égout du quai Wilson et l'autre au lac, sont parallèles aux deux grosses conduites souterraines d'eau brute et d'eau filtrée sur le parcours de 250 m compris entre la rive du lac et la station (fig. 5).

Dans la période précédant le début des travaux, le Collège technique (qui représentait les Services industriels vis-à-vis des différents organes d'étude et d'exécution) s'était occupé du choix du mode de fondation du bâtiment, en collaboration avec l'ingénieur-mandataire et l'entrepreneur. C'est ainsi que sur la proposition de l'entrepreneur étayée par l'avis de MM. Knecht et Süssstrunk, géologues-conseil à Zurich, on a adopté une fondation sur pieux pour le bâtiment des filtres et un double radier pour le bâtiment des machines. Les conditions à réaliser pour assurer la parfaite étanchéité du réservoir d'eau filtrée furent étudiées sur la base d'un rapport de M. le professeur G. Schnitter de Zurich. De nombreuses variantes furent examinées concernant la conception de la toiture du bâtiment des filtres pour aboutir au choix de deux voûtes en béton de faible

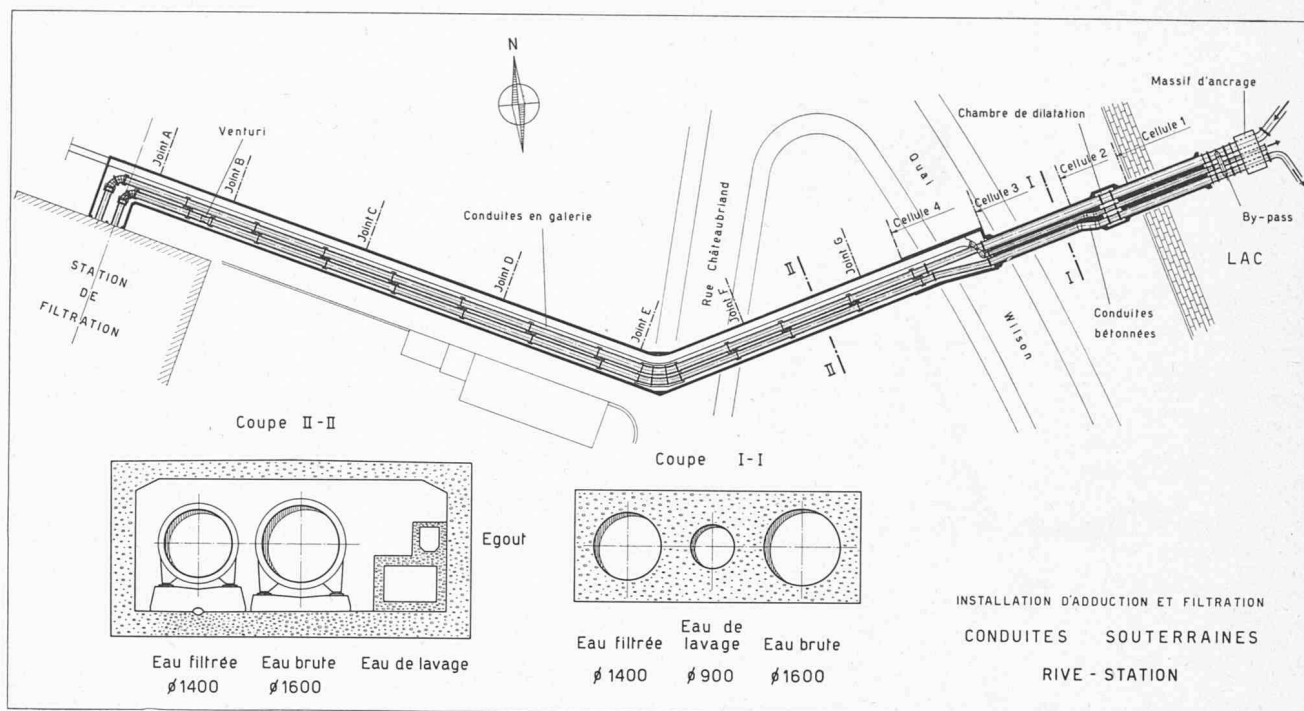


Fig. 5

épaisseur dont les poussées sont prises par des poutres-caissons en béton précontraint. Un modèle réduit de ces voûtes a été construit et étudié par M. le professeur Panchaud de Lausanne. Un autre modèle réduit exécuté au Laboratoire d'hydraulique de l'EPUL, sous la direction de M. le professeur Bonnard, a permis d'examiner les conditions d'arrivée de l'eau de la conduite d'eau brute dans le puisard de pompage.

I. La construction de la station

La construction de la station, avec ses bassins, son réservoir, son appareillage spécial, sa salle des machines avec les puisards d'eau brute et d'eau filtrée, débuta en mars 1955. En avril, après avoir extrait environ 8000 m³ de déblais, on enfonçait le premier des pieux devant supporter le bâtiment des filtres; la construction du puisard d'eau brute, au centre du bâtiment des machines, nécessita le rabattement de la nappe phréatique. A fin août 1955, le déblai en pleine masse, environ 15 000 m³, était terminé et l'on commençait, en septembre, les travaux de bétonnage.

Le bâtiment des filtres

Le bâtiment des filtres, long de 61 m, large de 43,7 m, est composé essentiellement d'un réservoir d'eau filtrée, d'une contenance de 6000 m³, occupant tout le sous-sol, et d'une grande salle des filtres aménagée au-dessus et comprenant deux séries de neuf bassins filtrants séparés par une galerie centrale de commande au-dessous de laquelle se trouve la galerie des conduites. Des dix-huit bassins, quatorze seulement sont entièrement équipés, les quatre autres étant destinés à couvrir les besoins futurs. La grande salle des filtres ne comporte aucune fenêtre (la lumière du jour favorisant le développement des algues et des mousses).

Les exigences du constructeur des bassins filtrants — concernant l'absolue horizontalité des dalles à crépines

et des crêtes déversantes des rigoles de distribution de l'eau brute — ont conduit à adopter une fondation reposant entièrement sur pieux foncés, système Franki. Les 364 pieux, répartis sous les murs et les poteaux, supportant chacun une charge de l'ordre de 80 t, garantissent une bonne assiette à ce bâtiment, sans tassement notable (fig. 6).

Toute la partie inférieure du bâtiment est traitée en béton armé traditionnel jusqu'au niveau du plafond de la salle des filtres, à l'exception toutefois des supports transversaux des dalles à crépines, qui sont des poutrelles précontraintes en éléments préfabriqués.

Sur les 61 m de longueur de ce bâtiment, aucun joint de dilatation permanent n'a pu être prévu, ce qui a nécessité l'exécution des murs et des dalles en massifs séparés par des joints provisoires de bétonnage, transversalement tous les 9 m, longitudinalement tous les 15 m. Ces joints ont été bétonnés à la fin de l'hiver.

La couverture du bâtiment des filtres a donné lieu à plusieurs études. La solution finalement adoptée est une toiture en bois s'appuyant sur un complexe monolithique, composé de deux voûtes minces en béton légèrement armé, de 16 m de portée et 1,88 m de flèche, s'encastrent dans trois poutres-caissons servant par ailleurs de canaux d'air du système de ventilation (fig. 7). Les éléments des poutres-caissons sont précontraints, au moyen de câbles d'acier tendus selon le système Freyssinet, en continuité sur quatre poteaux couvrant ainsi trois travées de 18,30 m. Le plafond, qui couvre une salle de 42,10 m sur 57,28 m, repose sur 16 poteaux de 80×50 cm. Les quatre poteaux du centre sont fixes et rigides, tous les autres sont partiellement ou totalement articulés, de manière à permettre le libre jeu des efforts secondaires.

Lors de l'étude du bâtiment des filtres et de l'élaboration du projet général, il fallait tenir compte de la présence, à l'intérieur de ce bâtiment fermé, d'une nappe d'eau de 1200 m² de surface. A cet égard, deux risques étaient courus :

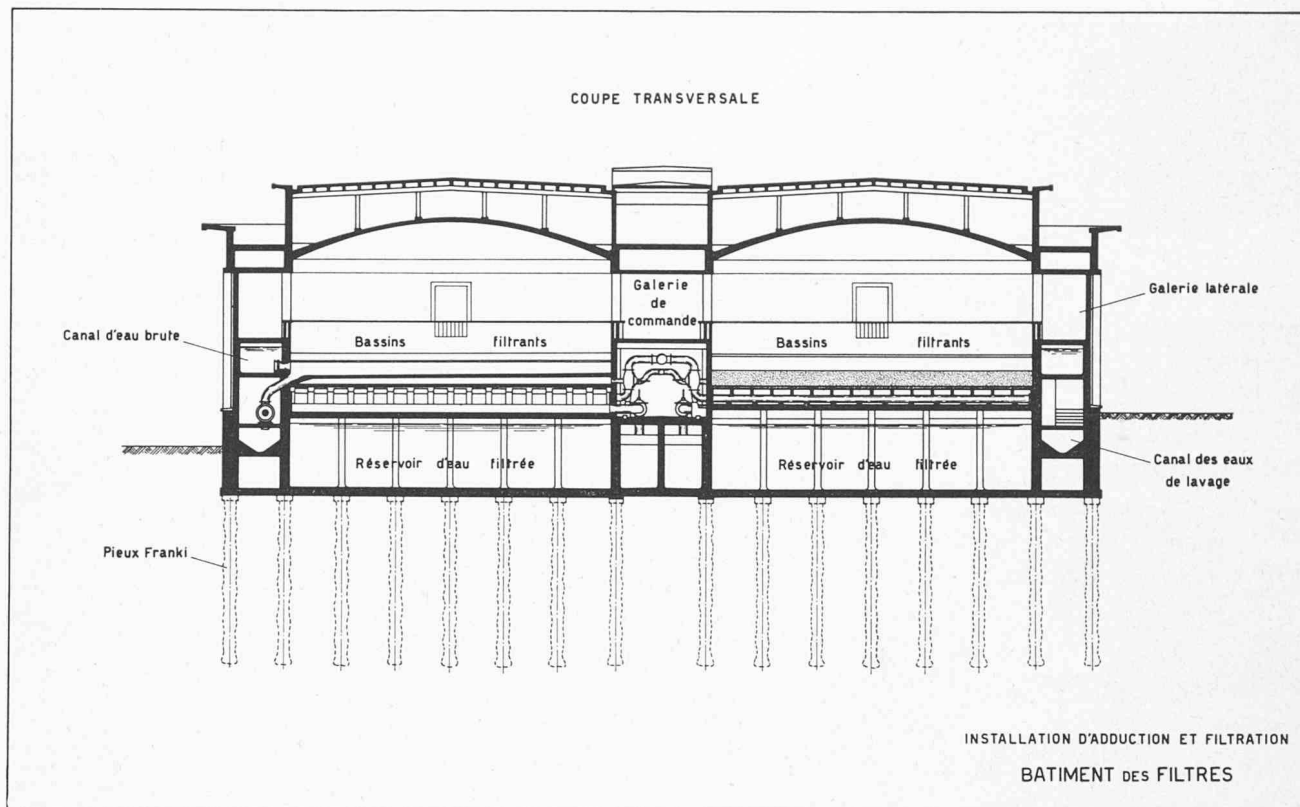


Fig. 6. — Coupe transversale du bâtiment des filtres. Radier sur pieux en béton armé.

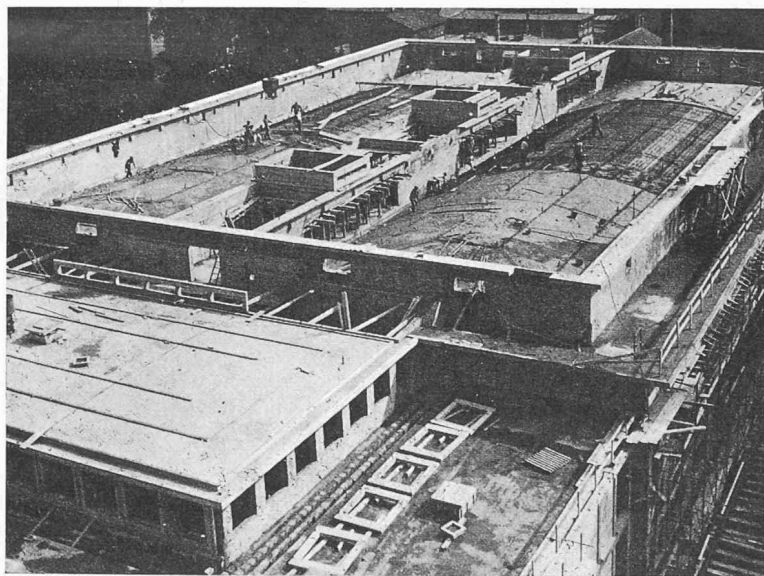


Fig. 7. — Les voûtes du plafond de la salle des filtres en cours de bétonnage. Au premier plan, toiture du bâtiment des machines.

1^o Celui de voir s'élever la température de l'eau, en été, lors de son passage dans les bassins. Le Service des eaux cherche à distribuer une eau aussi fraîche que possible. Des mesures de température relevées dans certaines stations de filtration ont montré que la température de l'eau peut augmenter de deux degrés entre le moment où elle entre et celui où elle ressort de l'usine, si des mesures spéciales ne sont pas prises.

2^o Celui de voir une forte condensation se déposer sur les murs et plafonds de la salle des filtres, humidité

qui serait propre à provoquer en quelques années la dégradation des ouvrages.

On peut dire que les deux problèmes trouvent leur réponse commune dans les mesures suivantes : forte isolation thermique des parois externes et de la toiture ; ventilation mécanique. Ainsi, les murs en béton ont été doublés d'un revêtement extérieur en plaques de béton cellulaire de 10 cm d'épaisseur, d'un poids spécifique de 620 kg/m³, placées dans le coffrage des murs de béton. Il a été constitué au-dessus de la salle des filtres un comble comportant une ventilation mécanique indépendante fonctionnant en été, et séparée de la salle des filtres par une voûte en béton armé recouverte d'une chape au mortier de zonolite.

Le matériau adopté pour la surface interne de la salle n'est autre que le béton armé formant les murs et voûtes de couverture, béton armé ou précontraint coulé sur place, sortant de coffrages rabotés, revêtus ou non d'une peinture caoutchouc chloré ; ces grandes surfaces sont animées par le jeu étudié des planches de coffrage, qui sont en quelque sorte appareillées ; toutes ont une largeur de 10,5 cm, et leurs longueurs ont été imposées (fig. 8).

Enfin, la salle des filtres est pourvue d'une ventilation mécanique dont le but est de maintenir l'air de la salle à une température supérieure de 4 degrés à celle de l'eau ; cette différence de température ne saurait avoir d'effet sensible sur la température de l'eau, mais elle suffit à limiter l'évaporation, cause première de la



Fig. 8. — Vue générale de la salle des filtres ; des deux côtés de la galerie centrale, on distingue les pupitres de commande.

condensation ; la ventilation a également pour but d'éliminer et renouveler l'air humide, et d'éviter les zones de saturation d'humidité.

La question s'est posée de savoir si le plan d'eau dans les bassins filtrants, prévu par la maison qui a conçu l'installation de filtration proprement dite, à une cote de 70 cm au-dessous du sol des galeries, est satisfaisant du point de vue esthétique. Dans plusieurs stations, le plan d'eau se trouve à un niveau plus élevé que le sol de la galerie (30 à 40 cm environ). Nous n'avons pas craint de proposer le maintien du plan d'eau à la cote prévue, car il se trouve à peu près dans la situation où l'on voit l'eau lorsqu'on est sur un quai, au bord d'un fleuve ou d'un lac. Au contraire, les bassins dont la surface est au-dessus du niveau du sol laissent une certaine impression gênante. Au surplus, il faut tenir compte des dimensions générales de la salle, qui font qu'une cote de $-0,70$ m ne donne pas du tout une impression de profondeur exagérée. Enfin, la disposition prévue a l'avantage de permettre à toutes les galeries intérieures de la salle des filtres (aussi bien la galerie centrale où se trouvent les tableaux de commande, que les galeries latérales qui surmontent

les collecteurs d'adduction d'eau brute et qui sont de ce fait inamovibles) de se trouver toutes à un même niveau, sans une seule marche d'escalier.

Le bâtiment des machines

Le bâtiment des machines enveloppe en quelque sorte le bloc des puisards d'eau brute qui sont alimentés par l'eau du lac, au moyen de la conduite d'amenée $\varnothing$ 1600 mm (fig. 9) ; ils constituent une chambre d'équilibre lors du fonctionnement des pompes. Ce bloc est constitué, dans sa région inférieure, par un puits de réception qui distribue l'eau aux deux puisards d'eau brute situés de part et d'autre ; dans sa région supérieure, par un puisard d'eau filtrée qui leur est superposé. Cet ouvrage de 22,1 m de long, 8 m de large et 13 m de hauteur est entièrement en béton armé. Le fond, situé à 6,50 m au-dessous du sol de fondation du bâtiment des machines, a nécessité une très grande excavation, vu l'inclinaison des talus imposée par la nature du terrain (fig. 10). Malgré quelques difficultés provoquées par l'apparition d'une nappe phréatique dans l'angle nord de la fouille, ces travaux délicats ont été exécutés sans autre incident.

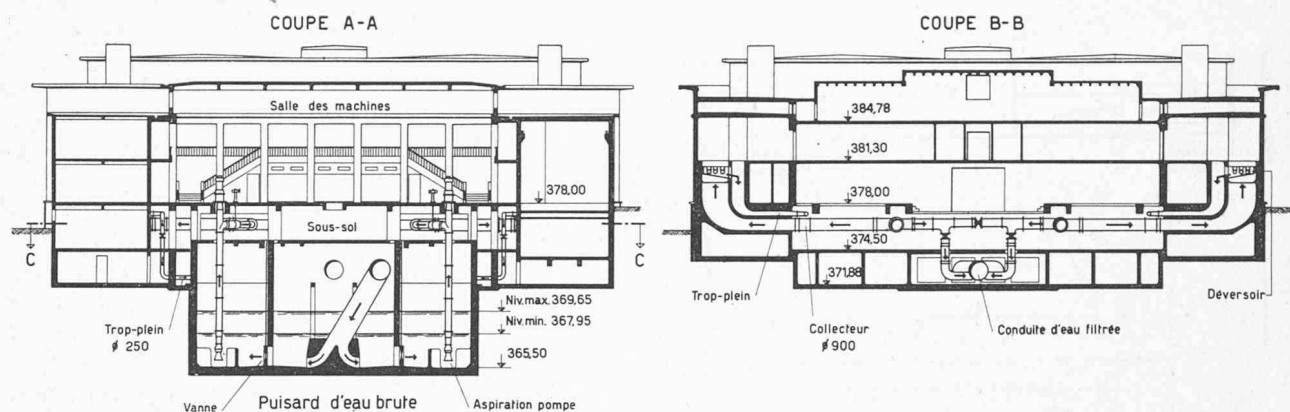


Fig. 9. — Circuit d'eau brute. Installation d'adduction et filtration (voir coupe C - C page suivante).

Le problème posé par les fondations du bâtiment proprement dit était le suivant : garantir une assise parfaite, sans tassement par rapport, d'une part, au bâtiment des filtres auquel il n'est lié que par des conduites, d'autre part, au bloc de puisards avec lequel il a une dalle commune au rez-de-chaussée, sans être lié d'aucune autre façon avec lui. Le sol de fondation

constitué en majeure partie par le remblai compacté au vibro-terrain de la fouille du bloc des puisards et par le terrain naturel composé de glaise plus ou moins dure était, comme on le voit, assez hétérogène. La fondation adoptée a consisté dans un radier évidé qui permette, en approfondissant la fondation, de réduire les risques de tassement au minimum ; sous cette forme,

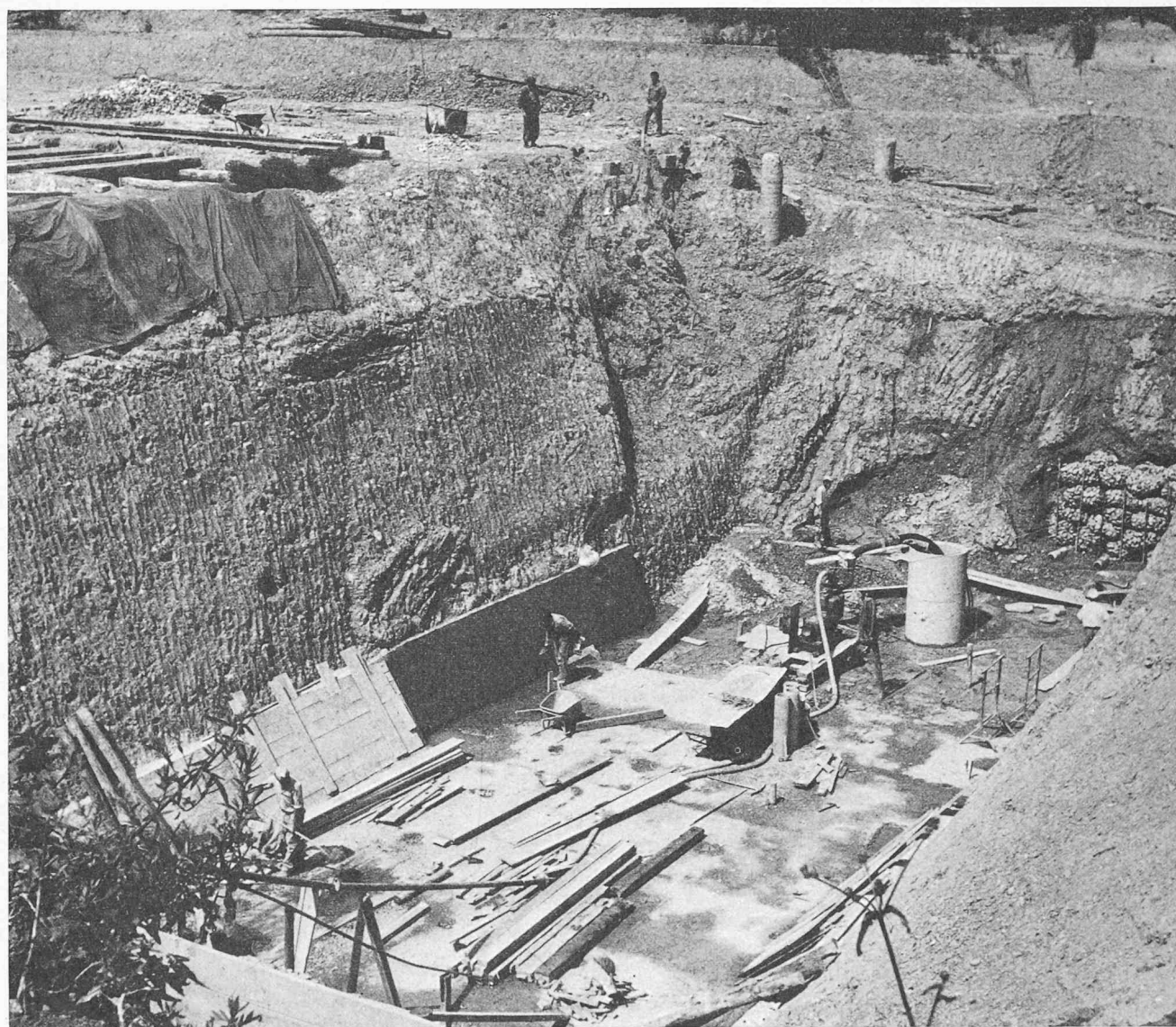
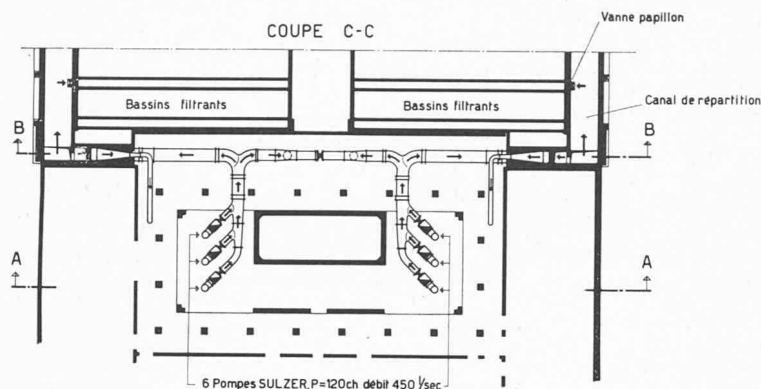


Fig. 10. — Excavation du bloc des puisards. Au fond, à droite, la découverte de la nappe phréatique ; consolidation au moyen de gabions et puits de pompage.



on transmettait au terrain de fondation une charge inférieure à celle qu'il avait subie naturellement avant l'excavation.

Le bâtiment des machines lui-même est une construction ordinaire à ossature en béton armé avec remplissage en maçonnerie. La salle des machines aux dimensions imposantes (largeur 14 m, longueur 27,8 m, hauteur 8,5 m) est entourée de 20 colonnes de 6 m de hauteur, supportant les rails du pont roulant et la lunette. Le plafond à caissons de cette dernière couvre un espace libre de 24 m par 10 m, au moyen de sommiers en béton armé (fig. 11).

Signalons encore en passant les fondations délicates du moteur Diesel de secours qui s'appuie sur un massif profond atteignant directement le sol de fondation ; ce massif a été conçu de façon complètement indépendante du reste du bâtiment, afin d'éviter alentour toute transmission de vibrations désagréables.

L'isolation acoustique du bâtiment des machines a retenu tout particulièrement l'attention des constructeurs.

La salle des pompes, en raison du bruit produit par les machines qu'elle contient, occupe dans le bâtiment des machines, dont elle est l'élément principal, une position centrale, et elle se trouve entourée, sur deux étages, des divers locaux demandés par le programme, formant comme une ceinture étanche au bruit. Ventilée

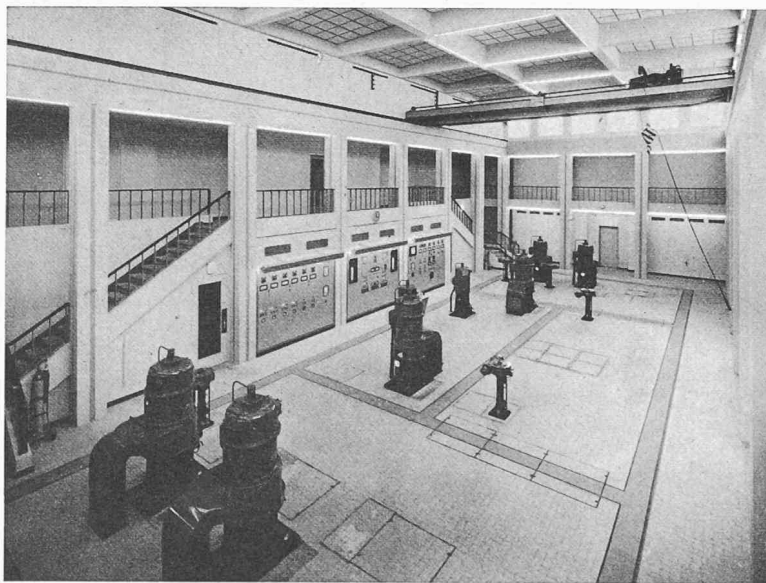


Fig. 11. — Vue générale de la salle des machines. Au premier plan, à gauche, deux groupes de pompage d'eau brute ; au centre et à droite, autres groupes de pompes (lavage et réseau).

mécaniquement, au moyen d'une installation qui sert également au chauffage, la salle est éclairée par des baies fixes non ouvrantes, en plots de verre, dans le haut. Le bâtiment des machines est fondé sur un radier général possédant une surprofondeur, c'est-à-dire un vide dans lequel on peut circuler entre la dalle formant plancher du sous-sol et le radier de fondation proprement dit. Toute cette construction présente en plan la forme d'une couronne rectangulaire à l'intérieur de laquelle se trouve le complexe des puits, indépendant du reste, et dont la dalle supérieure

constitue le plancher de la salle des machines. Ce complexe mesure en plan 8 m sur 22 environ. Sa profondeur est de 13 m à partir du plancher de la salle des machines. Le volume de cet ouvrage interne et souterrain est d'environ 2300 m³ à lui seul.

Cependant les machines les plus bruyantes, compresseurs, turbo-soufflantes, groupe Diesel, ont été placées dans une salle ad hoc, pourvue d'un pont roulant et d'un accès direct de l'extérieur sur la face ouest. L'isolation de ces machines au point de vue acoustique a posé un problème très délicat, résolu par des mesures qui furent envisagées dès le début de l'étude du projet général, et adoptées sur les conseils de M. Louis Villard ; voici ces mesures :

a) Pour faire obstacle au passage des ondes sonores aériennes, la salle en question a été réalisée entre des murs massifs, sans fenêtres, en béton, d'une épaisseur de 40 cm y compris l'isolation thermique en béton cellulaire, raidis par une ossature de béton armé avec laquelle ils font corps, et qui limite encore l'amplitude de leur vibration. La toiture de la salle est formée d'une dalle massive armée, de 32 cm, auxquels s'ajoutent l'isolation thermique et la forme de pente. La porte extérieure, mesurant 2,40 m de large sur 3,90 m, est double, c'est-à-dire constituée par deux portes successives formées chacune d'un battant épais de 11 cm rempli de sable, sans la moindre solution de continuité, chacun de ces battants s'appliquant par un serrage énergique sur une double battue garnie de caoutchouc sur les quatre bords.

b) Pour supprimer la résonance intérieure, le haut des murs et le plafond ont été revêtus d'un enduit d'amiante projetée.

c) Les machines sont montées sur des socles massifs, mesure prise pour limiter les vibrations périodiques des machines en mouvement.

d) Il reste le problème de l'obstruction acoustique des gaines de ventilation qui mettent la salle en communication avec l'extérieur et qui sont nécessaires aussi bien pour le renouvellement d'air dans le local que pour la fourniture d'air aux besoins fonctionnels du groupe Diesel et des turbo-soufflantes. Ce problème a trouvé sa solution dans l'aménagement de chambres de chicanes sourdes, de grand développement en surface, assurant aux grilles extérieures une intensité sonore tolérable.

Malgré la pénurie de ciment d'octobre et novembre et l'interruption de février 1956 due au froid exceptionnel, on put terminer l'infrastructure en juin 1956, conformément au programme fixé. La superstructure débuta en juillet et, en novembre 1957, le gros œuvre de la station était pratiquement terminé, c'est-à-dire que l'ouvrage était couvert, les eaux de pluie étant raccordées aux canalisations, les menuiseries et serrureries extérieures posées.

Le bassin de rétention

Le bassin de rétention, long réservoir souterrain de 58,5 m, large de 4,5 m, haut de 3,5 m, est construit parallèlement à la face nord-ouest du bâtiment des filtres.

Le radier de ce bassin sert d'encastrement aux parois, qui sont armées en murs de soutènement. La dalle de couverture du bassin sert de chaussée ; elle est armée de manière à pouvoir supporter les plus lourds camions. Le roulage se fait directement sur le béton, sans revêtement.

La liaison conduites-station

La station de filtration se trouvant à 250 m de distance du lac, la disposition des conduites d'eau brute et d'eau filtrée ainsi que des canalisations d'évacuation des eaux de lavage et des eaux usées, posait une série de problèmes assez délicats, aggravés par la mauvaise qualité du sous-sol de glaise près du quai et la présence de la nappe phréatique. Ces problèmes ont été résolus en plaçant les conduites dans une galerie de béton armé de 200 m de longueur, de 7 m de largeur et de 2,75 à 3,20 m de hauteur, partant de la station et descendant jusqu'au quai Wilson (fig. 12).

La conduite métallique de l'eau brute, de 160 cm de diamètre, et celle de l'eau filtrée, de 140 cm, occupent son centre tandis qu'un caniveau de béton armé, de 75×110 cm, a été placé dans l'un de ses angles pour évacuer le trop-plein des eaux de lavage. Ce caniveau est surmonté d'un égout rectangulaire pour les eaux du lavage courant, les eaux usées et les eaux de pluie.

Sous la chaussée du quai Wilson, la galerie aboutit dans une chambre haute de 5,20 m et large de 8 m. Là, la galerie cesse ; l'égout en sort pour se brancher sur le

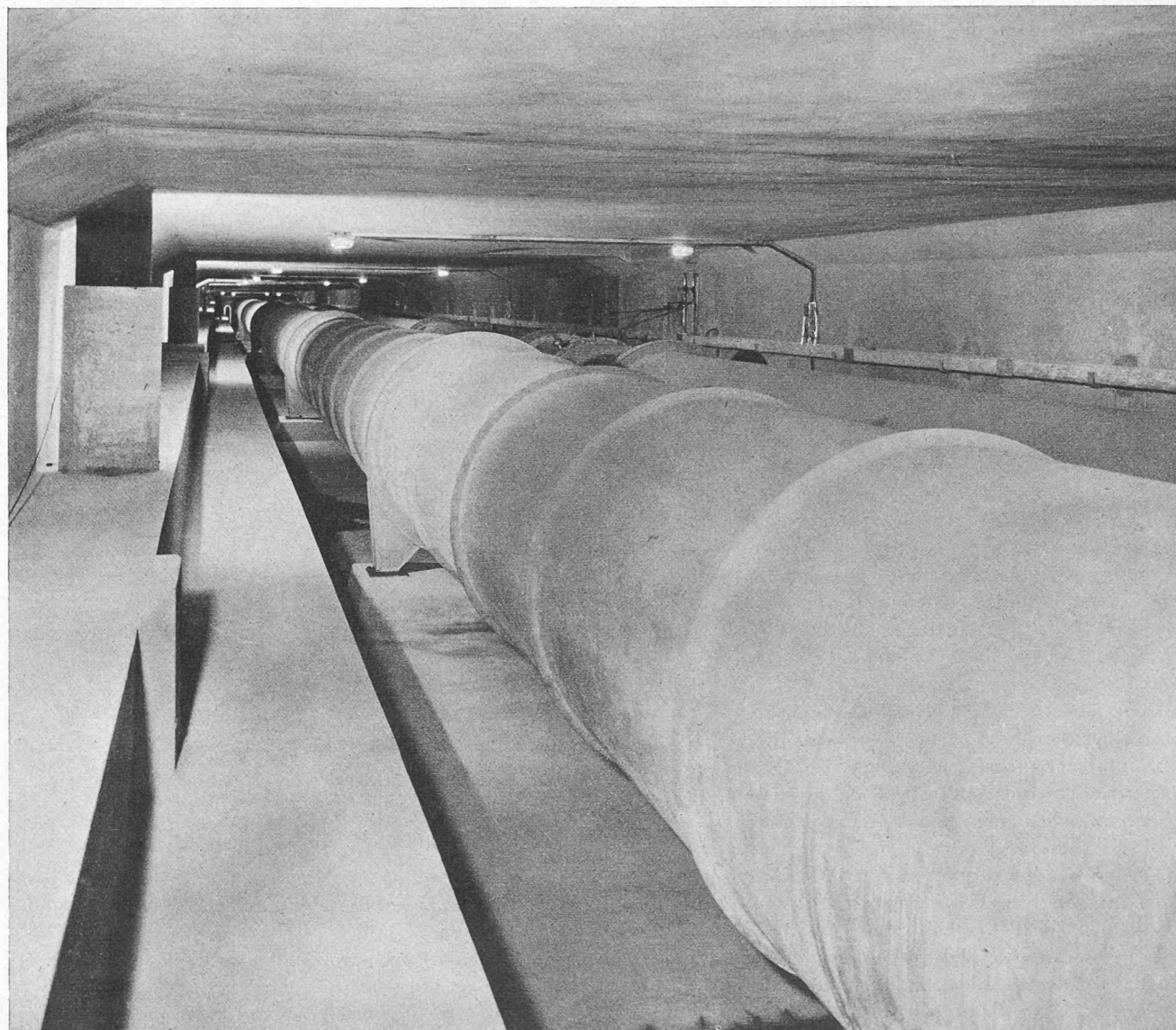


Fig. 12. — Galerie des conduites rive-station. Au premier plan, la conduite d'eau brute.

collecteur public ; les deux conduites métalliques descendent pour pouvoir passer sous le collecteur ; le caniveau du trop-plein des eaux de lavage est repris par une conduite d'acier de 90 cm de diamètre qui fait un double coude pour se loger entre les deux conduites.

Puis, sur une longueur de 48 m, les trois conduites d'acier, protégées par un enrobement de béton de $6,90 \times 2,30$ m, rejoignent le lac à 6 m sous terre.

Une route d'accès à la station, qui part de la rue Chateaubriand, a été construite en bordure de la galerie. Elle s'élargit devant la station en une plate-forme permettant le stationnement de plusieurs voitures (fig. 13).

Parmi les problèmes techniques qui se sont posés au cours de l'étude du projet, il en fut de classiques, tels que le calcul de la résistance de la galerie et des chambres souterraines soumises aux effets du poids mort, des surcharges de la terre, qui atteint par endroit 2,50 m d'épaisseur, des convois routiers, de la poussée des terres et de la pression de l'eau souterraine.

Mais il y en eut aussi de plus délicats : l'absorption des déformations dues aux variations de température et au retrait du béton ; l'influence sur la galerie et les conduites d'éventuels tassements de terrain ; la répartition, dans la galerie, du poids des conduites en charge concentré sur leurs appuis ; le choix de l'étanchéité de la galerie qui, par endroits, est totalement immergée dans la nappe souterraine.

Pour donner tout le jeu nécessaire à la partie de l'ouvrage dans laquelle les conduites sont enrobées — entre le quai Wilson et le lac — elle a été sectionnée en deux éléments de 26 et 20 m de longueur, totalement indépendants des autres constructions et séparés, l'un de l'autre, par un joint dans la chambre de dilatation (voir fig. 5).

Dans cette chambre, les conduites sont pourvues de doubles soufflets, leur assurant une grande liberté de déformation.

La galerie souterraine, qui part du quai Wilson, fait un coude de 43 degrés sous la rue Chateaubriand, puis aboutit, après un coude à 90 degrés, dans l'usine, est divisée en 8 éléments de 30 m de longueur maximum.

Ces éléments sont séparés les uns des autres par des joints garnis de goujons glissant dans des tubes d'acier (fig. 14). Cette disposition permet au retrait de se faire librement, mais maintient les deux parties vis-à-vis l'une de l'autre.

Elle a été adoptée pour éviter des efforts secondaires dans les conduites métalliques et pour supprimer le cisaillement de l'étanchéité des joints.

Les conduites métalliques sont posées dans la galerie sur des socles en béton armé, distants de 15 m les uns des autres. L'un d'eux, sous la rue Chateaubriand, est fixe ; les conduites y sont ancrées. Elles reposent librement sur tous les autres, par le moyen d'appuis glissants.

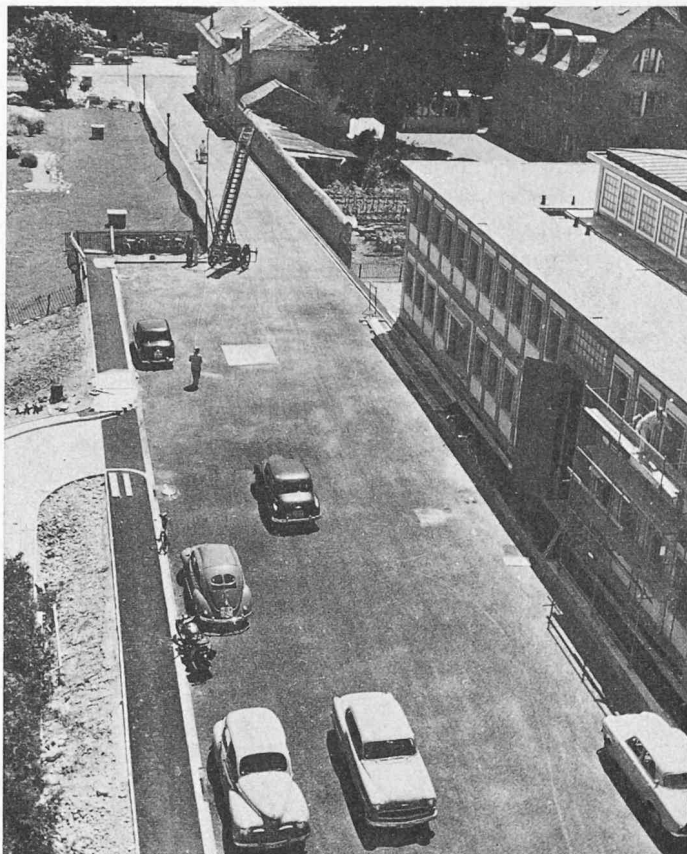


Fig. 13. — Vue d'ensemble de la voie d'accès à la station.

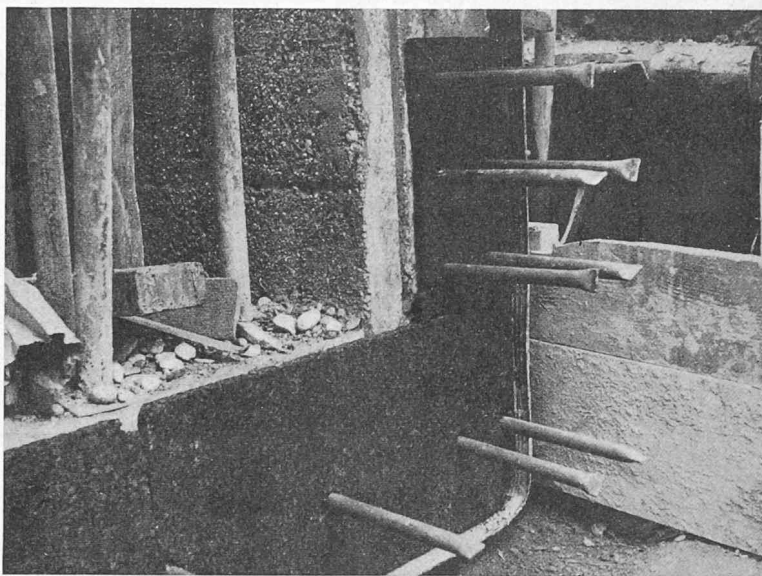


Fig. 14. — Détail d'un joint de la galerie ; on distingue les goujons, la plaque de liège et la bande étanche.

Les écarts de longueur dus aux variations de température ne sont absorbés qu'aux extrémités par des coudes et des doubles soufflets.

L'étanchéité des parois et des dalles de la galerie a été assurée par plusieurs moyens :

On a tout d'abord choisi un système de coffrage sans aucune liaison au travers du béton et on a voué un soin tout particulier à la qualité de ce dernier qui

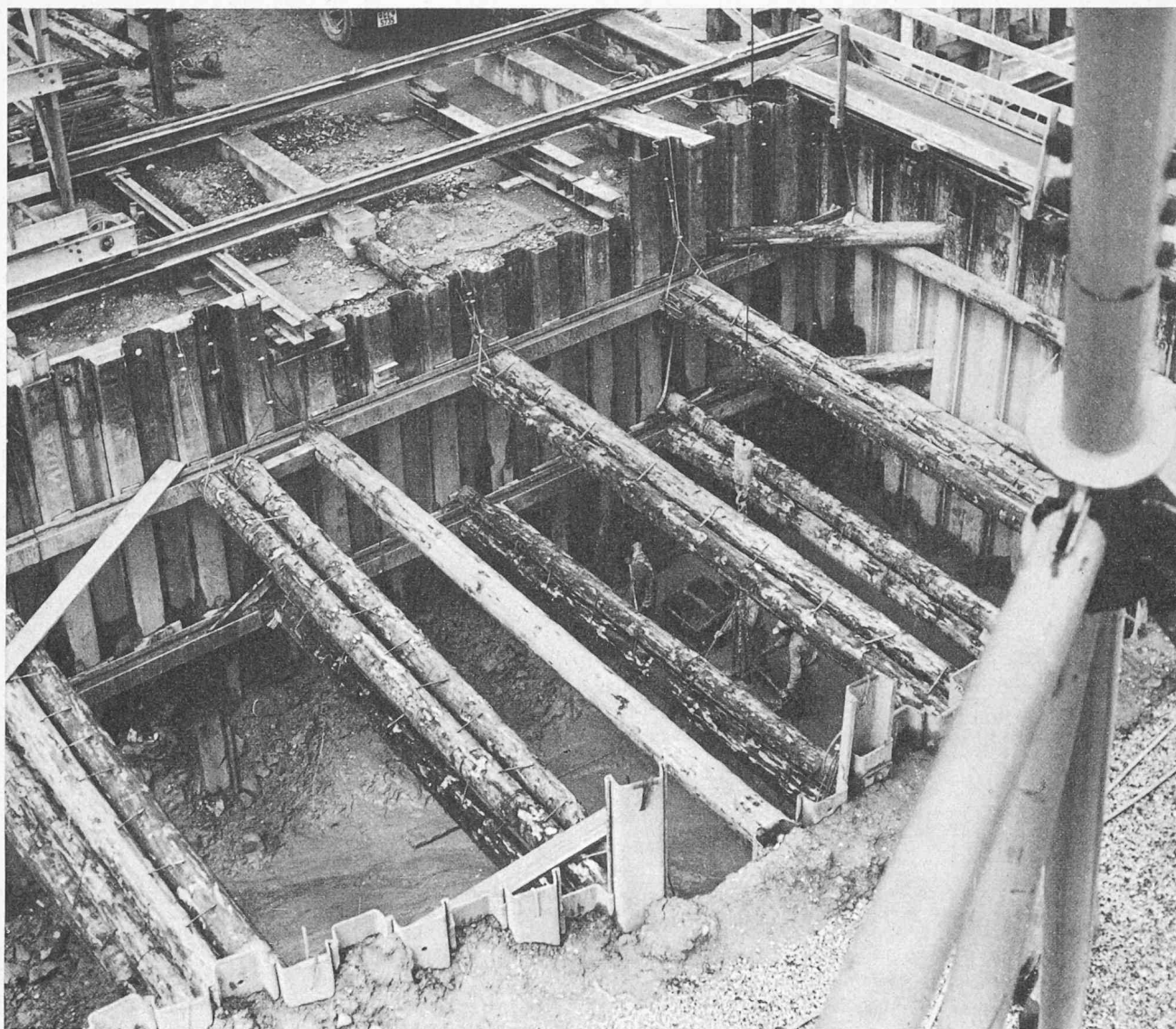


Fig. 15. — Terrassement pour les conduites souterraines enrobées de béton ; fouille blindée de la deuxième cellule.

contient un adjuvant hydrofuge, puis on a appliqué en plusieurs « mains », à l'intérieur des parements de béton, un enduit de ciment étanche de 2 à 3 cm d'épaisseur ; on a fait enfin, sur le parement extérieur des murs et de la dalle, un enduit glacé au ciment que l'on a peint au bitume à froid.

L'étanchéité du caniveau et de l'égout intérieur a été obtenue par des moyens analogues.

L'étanchéité des joints de la galerie est due d'abord à une bande de caoutchouc synthétique spéciale introduite au travers du joint avant le bétonnage des parois. Des plaques de liège de 3 cm d'épaisseur assurent leur écartement et laissent le jeu nécessaire à la déformation du caoutchouc. Puis, au moment de faire les enduits étanches intérieurs, on a bourré le joint au mastic spécial à une certaine profondeur.

Malgré la forte pression de l'eau souterraine, qui a atteint par endroit 4,70 m, ce type d'étanchéité a été parfaitement efficace.

Les étanchéités des joints du caniveau et de l'égout ont été traitées de la même manière. Elles ont posé

quelques problèmes particuliers dus avant tout à l'exiguïté de leurs dimensions.

Mise en œuvre

Les travaux ont été confiés à deux entreprises qui les ont commencés simultanément, l'une, à partir du massif d'ancrage dans le lac et l'autre, à partir de la rue Chateaubriand. Un programme de travaux avait été étudié, de manière à laisser toujours sur les chaussées 7 m de voie libre. Des dispositions particulières ont été prises également pour maintenir toujours l'égout collecteur du quai Wilson en service, bien que l'on ait eu à battre des palplanches au travers de son parcours.

Entre le lac et la chaussée du quai Wilson, les travaux de terrassement et de bétonnage de l'enrobement des conduites ont été entrepris sous la protection d'enceintes de palplanches fortement étayées (fig. 15) hors desquelles l'eau était pompée par une ou deux pompes électriques. Le creusage de la fouille a été fait à la main dans des conditions difficiles, les étais étant placés au fur et à mesure de l'avancement du terrassement. Une

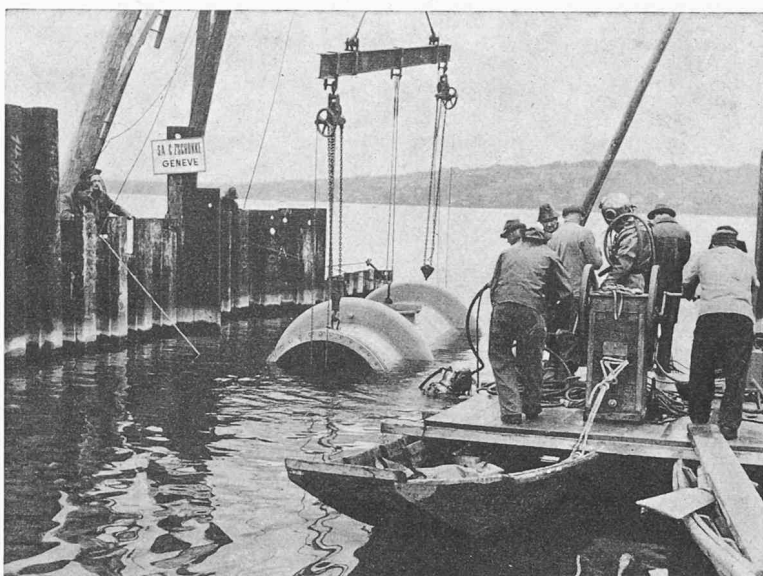


Fig. 16. — Immersion d'un élément de raccord de la conduite d'eau brute au massif d'ancrage.

fois arrivé au fond de la fouille, le pied des palplanches a été assuré par une dalle de béton armé. C'est sur celle-ci que, par l'intermédiaire de chevalets métalliques, les conduites d'acier ont été posées puis enrobées de béton armé.

Entre le quai Wilson et la rue Chateaubriand, l'exécution de la galerie de béton armé s'est faite entre deux rideaux de palplanches légères étayées par un boisage transversal.

A l'exclusion d'une enceinte de palplanches laissée dans le lac pour la protection des soufflets des conduites contre l'envahissement des terres, toutes les palplanches ont été arrachées après l'achèvement des travaux.

Entre la rue Chateaubriand et la station, les travaux ont été exécutés entre deux blindages en planches, appuyés sur des fers DIN battus dans le sol et étayés transversalement.

Au droit des immeubles de Château-Banquet, on a utilisé, pour leur sécurité, des palplanches métalliques. Elles ont été laissées en terre.

Une partie des terrassements a pu être exécutée mécaniquement. Le ferrailage et le bétonnage ont été

effectués, non sans peine, dans l'encombrement des étais.

Pose des conduites en galerie

Les conduites d'acier qui arrivaient par camion sur la nouvelle voie d'accès à l'usine étaient reprises par un treuil roulant sur un portique métallique et introduites dans la galerie par un orifice spécialement réservé à cet usage. Elles étaient déposées dans la galerie sur un wagonnet Decauville qui les amenait à l'endroit où elles devaient être montées par soudure électrique. Là, un treuil sur portique spécial facilitait leur déplacement et leur pose.

Raccordement des conduites dans le lac

Après que le raccord provisoire des conduites souslacustres eut été démonté par des scaphandriers aidés d'un homme-grenouille, les éléments des nouvelles conduites ont été amenés sur pontons et successivement immergés à l'aide d'une chèvre flottante (fig. 16). Ils ont été présentés et maintenus entre les tronçons en attente, soudés sous l'eau aux joints de montage par quelques points de fixation puis, ressortis de l'eau et déposés sur une nacelle. Là, ils ont été soudés à l'air libre définitivement. De nouveau immergés, ils furent finalement boulonnés. Homme-grenouille et scaphandriers y travaillèrent d'arrache-pied neuf jours durant.

Les quantités mises en œuvre

L'importance des travaux de génie civil ressort des chiffres suivants :

	Terrassement	Béton
Bâtiment des filtres . .	13 600 m ³	5 120 m ³
Bâtiment des machines .	7 400 »	2 100 »
Bassin de rétention . .	1 600 »	560 »
Tunnel et collecteurs . .	12 200 »	2 600 »

Le montant total de l'ensemble des travaux représente une dépense de l'ordre de 18 millions de francs, correspondant au devis de 17,6 millions valeur 1954.

(Les photos des figures 2, 8, 11, 12 sont de M. Kettel, à Genève ; celles des figures 1, 7, 10, 13 à 16, de J.-P. Meystre, à Genève.)

(A suivre)

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

(Section S.I.A.)¹

Rapport de gestion 1959

La tradition en a été créée l'an passé : le rapport sur l'activité de notre société est publié avant l'assemblée générale ordinaire ; il en va de même des rapports des groupes professionnels, des commissions et des délégations de la S.V.I.A. Cela nous permet, tout en abrégant la durée de l'assemblée et en épargnant à ceux qui y participent de longues minutes de lecture toujours un peu fastidieuse, de renseigner l'ensemble des membres sur l'activité durant l'exercice écoulé.

Durant l'année en cours, nous nous proposons d'introduire un système d'information périodique qui établira un contact plus étroit entre l'ensemble de nos membres et les responsables de nos diverses activités.

¹ Le rapport de gestion du comité, les rapports du trésorier, des groupes, commissions et délégations, le budget pour 1960, la résolution proposée par la Commission de défense de la profession ainsi que la liste des délégués S.V.I.A. aux assemblées des délégués de la S.I.A. seront soumis à ratification lors de l'assemblée générale ordinaire du 1^{er} avril à Montreux.

Toutes les oppositions ou observations éventuelles doivent être communiquées par écrit au comité, pour le 30 mars au plus tard.