

Réalimentation artificielle de la nappe souterraine franco-suisse de l'Arve à Vessy-Genève

Autor(en): **Baroni, Daniel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **105 (1979)**

Heft 18: **SIA, no 4, 1979**

PDF erstellt am: **27.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73852>

Nutzungsbedingungen

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

Haftungsausschluss

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

Réalimentation artificielle de la nappe souterraine franco-suisse de l'Arve à Vessy-Genève

par Daniel Baroni, Chêne-Bougeries (Genève)

A la fin de l'année, on procédera à la mise en service des installations de réalimentation artificielle d'une importante nappe souterraine.

On va enfin pouvoir vérifier, par cette installation industrielle qui permettra d'injecter journalièrement 50 000 m³ d'eau dans le sous-sol, les hypothèses de calcul et les conclusions extrapolées au moyen d'une station-pilote d'un débit cent fois plus faible.

Ces installations comprennent certaines particularités et des solutions nouvelles adoptées notamment pour le traitement de l'eau, les contrôles automatiques de qualité de cette eau et le mode d'injection dans le terrain. C'est donc bien volontiers que nous répondons à la demande de la rédaction de présenter cette réalisation aux lecteurs d'« Ingénieurs et architectes suisses ».

ressources en eau potable utilisables en cas de forte pollution radioactive.

La carte des nappes souterraines du canton indique la position des principales nappes et le sens des écoulements souterrains naturels. Ces sens d'écoulement des eaux souterraines peuvent être complètement modifiés en cas de pompes intenses dans une région (fig. 3). La nappe d'accompagnement du Rhône est alimentée principalement par les eaux d'infiltration de cette rivière et aussi par infiltration des eaux du lac dans la région du Prieuré et de la Versoix par des écoulements à travers un sillon graveleux dirigé du nord-est au sud-ouest et qui passe entre les agglomérations de Meyrin et de Cointrin.

La nappe du Rhône n'a pas une aussi bonne protection naturelle que la nappe de l'Arve. Elle a été contaminée par des eaux industrielles et des eaux usées. La construction du barrage de Verbois par la surélévation du plan d'eau qu'il provoque a facilité les échanges rivière-nappe souterraine, ce qui a produit une aggravation de la pollution. La nappe

Hydrologie de la région genevoise

Sur un fond calcaire qui s'élève au nord-ouest pour former la chaîne du Jura, au sud-ouest la montagne du Vuache et au sud-est le Salève, bordé également à l'est par le massif des Préalpes, le sous-sol de la région genevoise présentait l'aspect d'une immense cuvette qui s'est remplie de sédiments molassiques de l'Oligocène. Ceux-ci, à leur tour, ont été déformés et remodelés par les mouvements tectoniques ou par l'érosion (fig. 1 et 2). C'est ainsi que d'importantes vallées et sillons se sont formés et ont été recouverts au Quaternaire par les dépôts morainiques du Riss, puis du Würm. [1]¹ Ces sédiments du Tertiaire, recouverts ou non de moraine rissienne compacte, constituent un substratum pratiquement étanche. C'est dans les couches graveleuses ou sableuses de la moraine würmienne que sont contenues nos principales nappes souterraines.

Il est important ici de relever que sauf en certains lieux des bords de l'Arve et du Rhône, les poches graveleuses souvent aquifères de cette moraine sont recouvertes à leur tour par des formations argileuses peu ou pas du tout perméables qui atteignent par endroits plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur.

Si ces couches imperméables ont pour effet de limiter l'alimentation naturelle des nappes souterraines en empêchant les eaux météoriques d'y pénétrer, elles constituent par contre une excellente protection contre les risques de pollution les plus divers qui menacent toute région à forte densité de population. Ces nappes souterraines seraient même les dernières

Note: Les figures en couleurs, dont le numéro est indiqué en caractères gras, sont rassemblées au centre du texte.

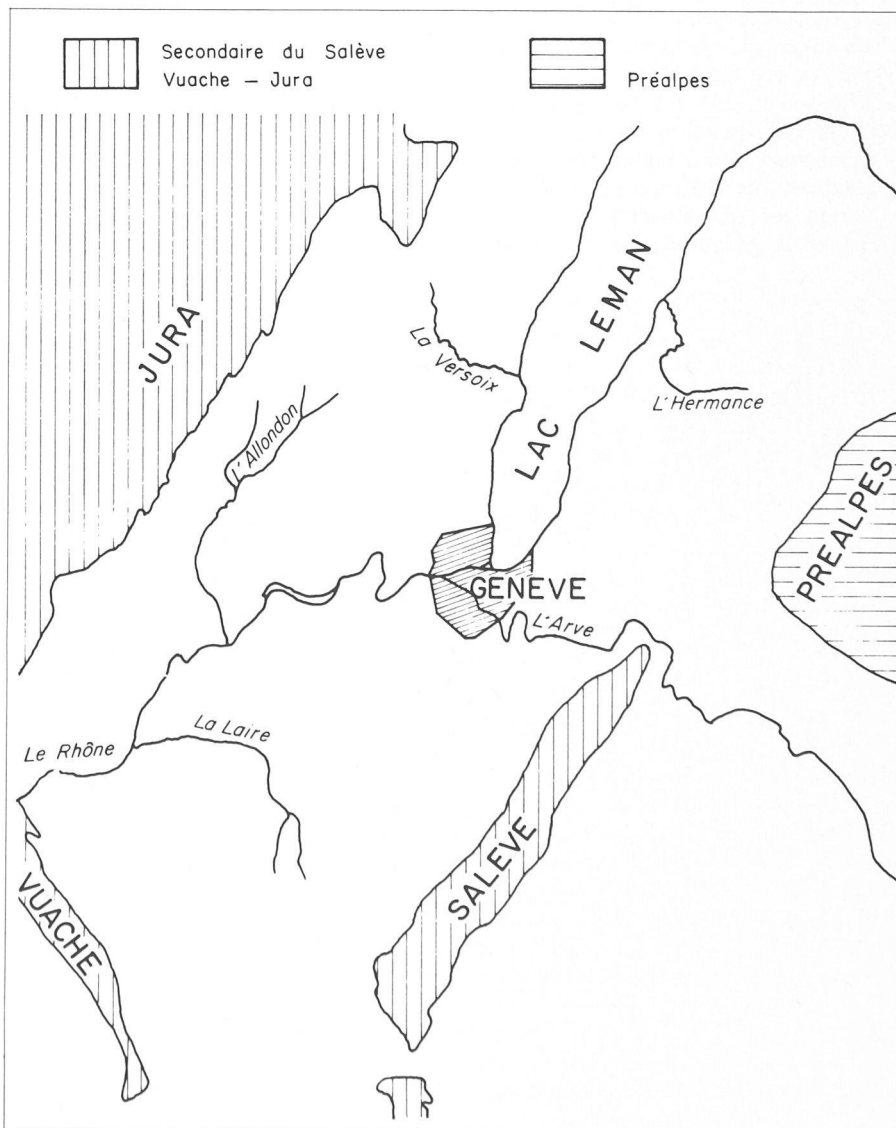


Fig. 1. — La région : situation générale.

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie au centre du texte.

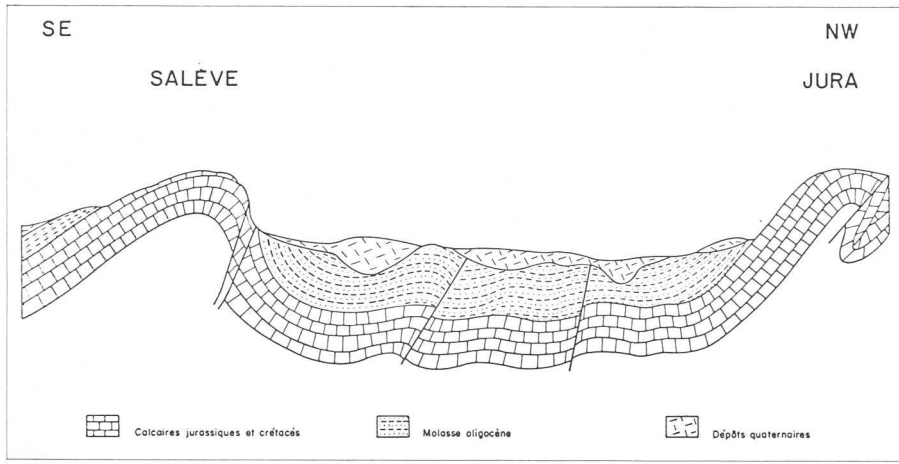


Fig. 2. — Profil géologique schématique nord-ouest - sud-ouest.

du Rhône n'est actuellement exploitée que pour des usages industriels (eau de refroidissement).

La nappe souterraine de l'Arve

La plus importante nappe souterraine de la région est dite « nappe de l'Arve », car elle est principalement alimentée par les infiltrations des eaux de cette rivière. D'une superficie d'environ 30 km², elle s'étend sur une longueur de 15 km dans la partie sud et sud-ouest du canton. Son épaisseur qui atteint par endroits 60 m est en moyenne d'une vingtaine de mètres. Le coefficient de rétention de l'eau dans le terrain est très variable suivant la nature et la granulométrie des dépôts

morainiques. Il est en moyenne de l'ordre de 5 à 10 %, ce qui signifie qu'un mètre cube de terrain aquifère peut contenir 50 à 100 litres d'eau libre utilisable. En d'autres termes, lorsque le niveau moyen de la nappe s'élève d'un mètre, cela représente une réserve supplémentaire d'eau potable d'un peu plus de deux millions de mètres cubes.

A qui appartient cette eau ?

Dans le canton de Genève, les eaux souterraines d'une certaine importance font juridiquement partie du domaine public. Leur exploitation est conditionnée par l'octroi d'une concession et le paiement d'une redevance fixée au

prorata des volumes d'eau prélevés. Les principaux exploitants sont :

- la Société des Eaux de l'Arve qui ne dispose que de cette ressource pour alimenter le secteur du canton qui lui a été attribué et
- les Services Industriels de Genève qui, eux, utilisent principalement l'eau du lac, mais qui exploitent aussi la nappe souterraine comme complément pendant les périodes de pointe de consommation.

Dans les régions de Veyrier, de Saint-Julien et de Veigy, cette nappe déborde la frontière nationale et est exploitée par plusieurs communes françaises. Il n'y a juridiquement plus de protection possible ni de contrôle des volumes d'eau prélevés. Cette situation a soulevé de graves problèmes, lorsque la totalité des prélèvements effectués tant en France qu'en Suisse a dépassé de loin les quantités d'eau alimentant naturellement cette nappe. L'abaissement général des niveaux de l'eau a été tel que plusieurs puits de pompage se sont trouvés soudain inutilisables.

Le graphique (fig. 4) indique d'une part les fluctuations de niveau de cette nappe et, d'autre part, les quantités d'eau prélevées annuellement. On s'aperçoit immédiatement que dès que les prélèvements annuels totaux atteignent ou dépassent 9 millions de mètres cubes, le niveau moyen de la nappe tend à s'abaisser, car l'alimentation naturelle n'est plus suffisante. Cet abaissement s'est accentué dès 1970, à la suite d'une succession d'années particulièrement sèches.

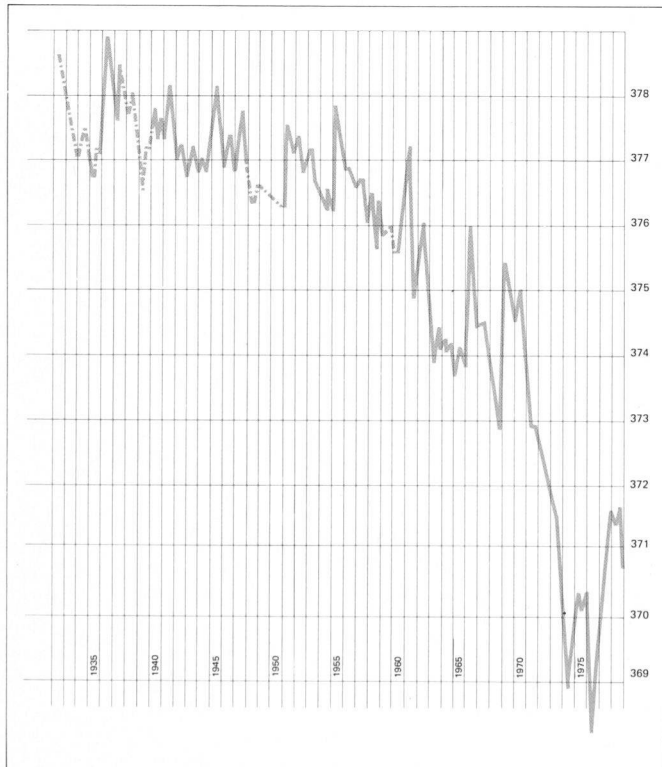


Fig. 4a. — Evolution du niveau de la nappe de l'Arve depuis 1932.

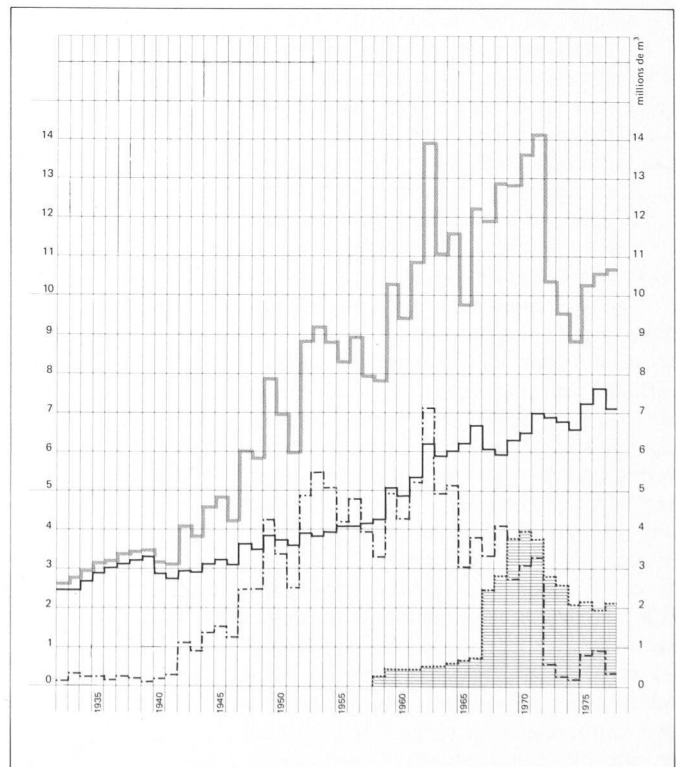


Fig. 4b. — Prélèvement dans la nappe de l'Arve depuis 1932.

Total des prélèvements
 Prélèvements par la Société des eaux de l'Arve
 Prélèvements par les Services industriels de Genève
 Prélèvements en France

TABLEAU I : Population desservie, capacité journalière des diverses ressources en eau potable, sans et avec prise en considération de la nappe souterraine franco-suisse de l'Arve.

Distributeurs d'eau	Populations desservies		Ressources actuelles sans la nappe m ³ /jour	Ressources possibles avec la nappe m ³ /jour
	1974	prévisions an 2000		
SIVM Annemasse ¹	40 000	74 000	55 000 ²	79 000
Commune Gaillard	9 000	14 000	—	9 600
SIVM St.-Julien	18 500	31 000	10 000	24 000 ³
Genève : Société des eaux de l'Arve	60 000	75 000	—	59 000
Services industriels	283 000	325 000	253 000 ⁴	353 000
Totaux	410 500	519 000	318 000	524 600

¹ SIVM : Syndicat intercommunal à vocation multiple.
² Y compris nouveaux captages dans la nappe souterraine d'Arthaz.
³ Nouveaux puits (1^{re} et 2^e étapes) dans la nappe à Crache près de Soral.
⁴ Exploitation d'été au lac réduite par prolifération de plancton et compte tenu de la nouvelle station du Vengeron.

Essais de planification régionale des diverses ressources en eau

Le caractère international de cette nappe souterraine compliqua sérieusement la mise au point du projet. Restreindre les prélèvements du côté suisse n'aurait servi qu'à laisser plus d'eau à disposition des exploitants français et il eût été certainement très difficile de se mettre d'accord sur une limitation volontaire d'utilisation de cette nappe souterraine, afin que son niveau reste assez élevé pour que chacun puisse encore s'en servir en cas de besoin urgent. A brève échéance d'ailleurs, les deux collectivités : Commune de Gaillard en France et Société des Eaux de l'Arve en Suisse, qui ne disposent pas d'autres ressources pour s'alimenter, auraient utilisé à elles seules toute la capacité de production naturelle de la nappe de l'Arve.

Nous résumons dans le tableau I le résultat des enquêtes menées auprès de chaque collectivité intéressée :

En comparant les totaux des deux dernières colonnes de ce tableau, on voit que l'on pourrait, pendant les pointes de consommation et pour autant que le niveau de la nappe soit maintenu à une cote suffisante, prélever 200 000 mètres cubes d'eau par jour, ceci en n'utilisant que des stations de pompage déjà existantes.

A l'échéance « an 2000 », l'ensemble des équipements des cinq collectivités mentionnées permettrait d'assurer des débits de pointe de 0,8 à 1 m³ par jour et par habitant, ce qui reviendrait à dire que, moyennant des installations de réalimentation artificielle de capacité appropriée pour la nappe franco-suisse de l'Arve, les fournitures en eau de toute la région seraient en principe assurées pour ces trente prochaines années.

Signalons à ce sujet que devant le risque de ne plus pouvoir utiliser leurs installations de pompage de la nappe de l'Arve, les Services Industriels de Genève avaient envisagé la construction de nouvelles installations de traitement de l'eau du lac, à la Pointe-à-la-Bise. Ces ins-

tallations, pour une première étape de 86 000 m³/jour étaient devisées, en 1972, à cent millions de francs.

Eaux de surface ou eaux souterraines ?

Sur le plan économique, comme on le voit, et particulièrement dans notre cas, lorsque les installations de captage des eaux souterraines existent déjà, la réalimentation artificielle est beaucoup plus avantageuse que la construction de nouvelles stations de traitement de l'eau du lac : une installation de réalimentation relativement modeste débitant presque toute l'année 0,6 m³/sec. suffit pour remplir le réservoir saisonnier que constitue notre nappe de l'Arve, réservoir dans lequel l'eau potable conserve toute sa pureté et toute sa fraîcheur et d'où il sera possible de prélever pendant les courtes périodes de très forte consommation, plus de 2,5 m³/sec.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur le graphique de la figure 5 pour se rendre compte à quel point les consommations d'eau peuvent varier d'un mois à l'autre. On s'efforcera donc d'améliorer le coefficient d'utilisation des stations très coûteuses qui traitent l'eau du Lac, en prélevant dans une nappe-réservoir — qui, dans notre cas, a une capacité de 15 millions de mètres cubes — les volumes d'eau nécessaires pour assurer les pointes estivales de consommation.

Une considération d'un autre ordre en faveur d'une meilleure utilisation des eaux souterraines est la constante aggravation de qualité des eaux superficielles. Si la population n'a augmenté que de 50 % ces trente dernières années, la consommation d'eau, elle, a doublé. De nombreux produits chimiques sont de plus en plus utilisés et notamment le plomb contenu dans l'essence, qui est particulièrement toxique. En agriculture, la consommation d'engrais chimiques a été multipliée par 7 et celle des fongicides organiques par 25.

Rien d'étonnant donc que les eaux superficielles soient de plus en plus difficiles

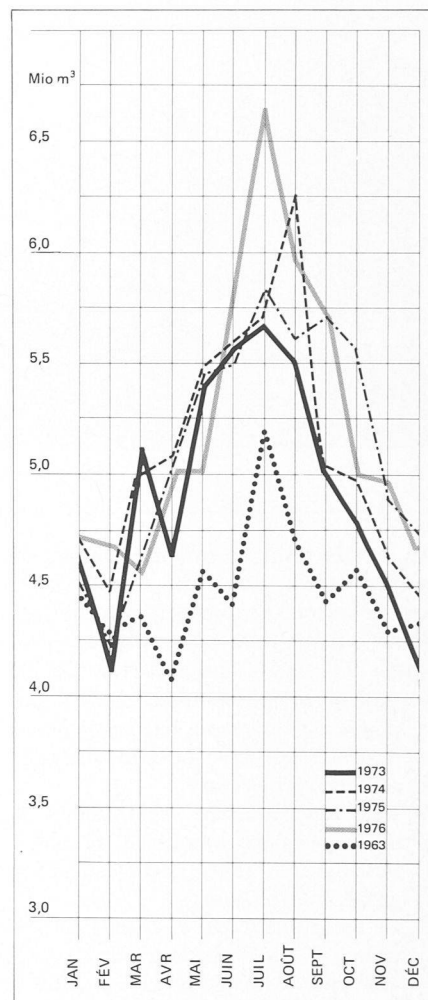


Fig. 5. — Volume d'eau distribué mensuellement par les Services industriels de Genève.

à traiter pour en faire de l'eau potable et nécessitent pour cela des installations toujours plus coûteuses.

Les nappes souterraines, alimentées elles aussi par l'infiltration des eaux de pluie ou de cours d'eau, ne sont pas toujours à l'abri de ces pollutions. Bien que le long parcours de l'eau à travers les interstices du terrain opère une filtration plus efficace que le meilleur des filtres industriels ; que son séjour de plusieurs semaines à plusieurs mois, voire quelques années dans le sous-sol, à l'abri de la lumière, rend impossible tout développement bactérien, les effets d'absorption par le terrain ne sont pas illimités et n'arrêteront pas tous les produits toxiques que diffusent l'industrie et la chimie moderne.

Station-pilote pour les essais de réalimentation de la nappe et de traitement de l'eau de l'Arve utilisée

De 1968 à 1970, nous avons procédé à Vessy à des essais de réalimentation de la nappe par simple arrosage en surface, avec de l'eau de l'Arve brute, pendant les périodes de faible turbidité seulement. Le but de ces essais était, avant tout, de déterminer les vitesses d'infiltration de l'eau dans le terrain et les écoulements dans la nappe souterraine (essais avec des traceurs) [2].

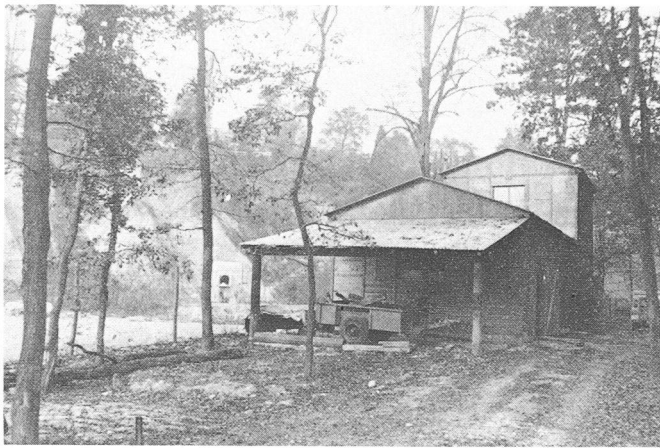


Fig. 6. — La station pilote établie en 1971 au bord de l'Arve.

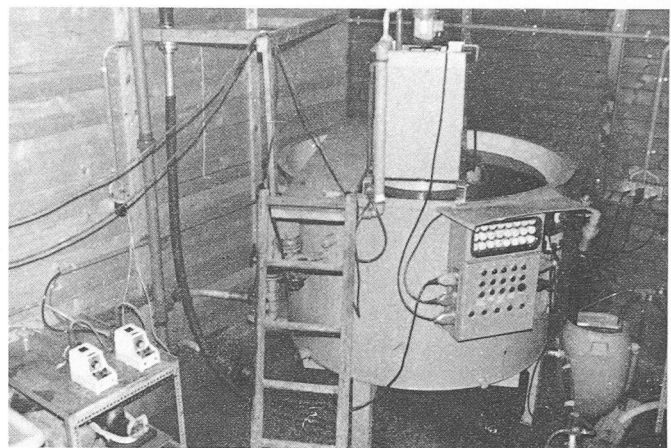


Fig. 7. — L'un des appareils d'essais de prétraitement de l'eau par floculation et décantation.

Au vu des résultats très satisfaisants de cette première phase des essais, on a, dans le même site, aménagé une station-pilote qui fut mise en service au printemps 1971 avec pour objectif (fig. 6 et 7) :

- La détermination des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux de l'Arve ainsi que des eaux souterraines à Vessy,
- celle des variations saisonnières et de la présence éventuelle de pollutions graves (hydrocarbures, détergents, métaux lourds).
- La recherche d'une technique de prétraitement de l'eau brute afin de pouvoir ensuite la filtrer sur un filtre à sable usuel.
- Le mode d'injection dans le sol le plus approprié, avec des eaux de qualité différente (prétraitement seul ou prétraitement et filtration).
- La modification éventuelle de qualité de l'eau souterraine ou la diminution de la perméabilité dans la zone des essais.

Cette deuxième phase nous a montré d'une part qu'un seul prétraitement par floculation et décantation n'était pas suffisant et risquait de provoquer des frais considérables d'entretien des bassins d'infiltration et, d'autre part, que grâce à la filtration sur lit de sable, on obtenait une amélioration considérable de la qualité de l'eau et l'élimination de nombreux micropolluants.

Sans entrer dans le détail de ces essais, effectués avec le concours du laboratoire du Service des eaux des Services Industriels de Genève [3], nous mentionnerons (tableau II) la moyenne des principaux résultats obtenus avec un traitement complet soit : floculation-décantation (prétraitement) puis, microfloculation au chlorure ferrique et filtration sur filtre à 3 couches (tableau II).

Dès 1973, une troisième phase des essais comprenait la mise au point de la filtration qui devenait un élément nécessaire du traitement, non plus seulement pour se protéger contre une colmatation trop rapide des bassins d'infiltration et du sol environnant, mais aussi pour éliminer une part importante des produits nocifs

TABLEAU II : Taux moyen d'élimination de divers micropolluants en solution dans l'eau brute par un traitement approprié.

Eléments	Potentiel ionique	Taux d'élimination après traitement complet (en %)
Plomb	3,07	100
Chrome	4,61	99,7
Cuivre	{ 1,04	73,09
	{ 2,41	
Cadmium	1,90	37,6
Détergents anioniques	—	55,7

que l'on trouve en plus ou moins grande quantité dans l'eau de l'Arve.

C'est durant cette période également que l'on essaie avec succès de remplacer le *floculateur-décanteur* du prétraitement par un appareil centrifugeur de la maison *Doucet*, dont il sera parlé plus loin.

Enfin, en 1974, une quatrième phase d'essais a été ajoutée aux trois premières pour l'étude du traitement des boues provenant de la décantation des eaux de lavage des filtres. De bons résultats ont été obtenus avec certains modèles de centrifugeuses. Il a cependant été facile de démontrer que l'Arve, qui charrie déjà des millions de tonnes de matériaux par année et dont la turbidité de l'eau peut atteindre en période de crue plus de 10 000 mg par litre, ne justifiait pas l'application des mêmes normes que celles qui concernent par exemple l'effluent d'une station d'épuration des eaux usées se déversant dans un lac.

Les résultats de cette quatrième phase d'essais nous ont tout de même permis de réserver, lors de la construction des installations industrielles, une possibilité future de traitement et d'évacuation en décharge des boues provenant des eaux de lavage des filtres, condition imposée par l'Office fédéral de protection de l'environnement.

En conclusion, nous résumerons comme suit le résultat de ces six années expérimentales :

1. Pour assurer en tout temps et pour une durée indéterminée une bonne

pénétration de l'eau dans le terrain, il faut y injecter des eaux ayant déjà la transparence d'une eau potable.

2. La réalimentation artificielle est réalisable dans le site considéré et avec des débits de l'ordre de 600 à 1000 litres/seconde.
3. A l'exception des périodes de crue de l'Arve pendant lesquelles les installations de réalimentation artificielle seront mises hors service (pendant ces périodes d'ailleurs, l'alimentation naturelle est importante), il est plus facile de traiter l'eau de l'Arve (turbidité avant tout d'origine minérale) que l'eau du Léman (turbidité due aux algues, plancton et autres matières organiques).
4. Le traitement que subira l'eau brute de l'Arve (dessablage par centrifugation, microfloculation et filtration) éliminera non seulement les particules en suspension dans l'eau, mais la plus grande partie des produits toxiques en solution et qui pourraient, accidentellement ou par négligence, se répandre dans l'Arve.
5. Des appareils de contrôle, dont il sera parlé plus loin, permettront un arrêt automatique de la réalimentation artificielle en cas de pollution grave de l'Arve.

Cette dernière condition n'est pas remplie dans le processus d'alimentation naturelle par l'eau de l'Arve. La qualité de la nappe souterraine sera donc mieux assurée par la réalimentation artificielle que par l'alimentation naturelle. Parallèlement à ces essais in situ, des études de coût et de rendement ont permis d'obtenir l'accord de principe de toutes les collectivités intéressées par l'exploitation de cette nappe.

Les installations de réalimentation artificielle — (construction : 1977 à 1979)

Généralités

Le site qui avait été choisi pour les essais convient également à tous points de vue

pour la construction d'installations industrielles de réalimentation artificielle.

L'étude prospective des quantités maximales d'eau à prélever dans cette nappe souterraine par les cinq collectivités concernées et pendant ces trente prochaines années aboutit à un volume de 22 millions de mètres cubes par an. En cas de nécessité, un dépassement de cette quantité moyenne serait encore possible à la condition de diminuer les prélèvements les années suivantes, ce qui serait réalisable grâce à la grande capacité de stockage de cette nappe.

Si l'on déduit les apports de l'alimentation naturelle estimés en moyenne à 9 millions de m³ (le calcul par bilan hydraulique, compte tenu des pertes naturelles, donne une alimentation naturelle variant entre 7½ et 16 millions de m³ suivant les années), on voit que les installations de réalimentation artificielle doivent être capables de fournir, par année, 13 millions de m³.

D'autre part, la décision a été prise de construire une station de traitement d'eau qui puisse fonctionner jusqu'à une turbidité maximale de l'eau de l'Arve de 300 ppm (part par million de matières en suspension dans l'eau). Dans une année moyenne, ce chiffre est dépassé pendant cent jours par année.

Les installations de réalimentation ont donc été prévues pour produire 50 000 m³ par jour d'eau claire à injecter dans le terrain (soit 0,6 m³/s) et devront fonctionner de façon discontinue en fonction de la qualité de l'eau de l'Arve. Des dispositifs sont prévus pour l'arrêt et la remise en marche automatique des installations, compte tenu de la qualité de cette eau.

L'amortissement des frais de construction sera réparti sur 30 années pour les installations électro-mécanique et hydraulique et sur 50 années pour les constructions du génie civil. Il est toutefois

possible que les besoins augmentent plus vite que prévu et ceci même avant l'échéance du premier terme. Il a donc été tenu compte, dans la construction, d'une possibilité de doubler les débits d'eau traitée par un complément des équipements dans le bâtiment de service et par la construction d'un nouveau groupe de filtres, à la suite du bâtiment des filtres.

A la demande de l'Office fédéral pour la protection de l'environnement, il a fallu en outre prendre toutes dispositions qui permettent par la suite, si sa justification était établie, d'adjoindre des installations de traitement pour leur évacuation en décharge des boues provenant de la décantation des eaux de lavage des filtres.

Enfin, considérant l'accroissement galopant de la pollution des eaux de surface, tant en ce qui concerne la quantité que la diversité des produits plus ou moins toxiques que l'on y trouve, il a été prévu, en cas de besoin — mais ce qui pour l'instant tout au moins ne se justifierait absolument pas — de pouvoir compléter le traitement par l'adjonction d'autres dispositifs, par exemple, une épuration au charbon actif.

Enumération des ouvrages

Les installations comprennent les ouvrages suivants (fig. 8) :

1. *La prise d'eau dans l'Arve.* Elle a été placée dans l'une des chambres des turbines de l'usine de la Société des Eaux de l'Arve.
2. *Une conduite d'amenée* de cette eau jusqu'à la station de traitement.
3. *La station de traitement* qui comprend notamment : les pompes, le prétraitement par trémies et hydrocyclones, les filtres, un bassin-tampon des eaux boueuses, un réservoir d'eau filtrée, un laboratoire avec tous les appareils de contrôle en continu de la

qualité de l'eau avant son injection dans la nappe, les appareils électroniques de fonctionnement automatique et les dispositifs de télécommande depuis un poste central situé à l'usine de la Coulouvrenière.

4. *Une conduite de rejet à l'Arve* des eaux boueuses.
5. *Une conduite pour le transport*, en écoulement libre, de l'eau traitée jusqu'à la zone des injections dans le sol.
6. *L'aire d'infiltration* des eaux dans le sol qui comprend 5000 mètres de tuyaux perforés placés à deux mètres de profondeur.

Pour abrégé cet exposé, nous décrirons plus spécialement les constructions ou dispositions particulières qui ne se retrouvent généralement pas dans la plupart des autres installations de traitement d'eau et de réalimentation de nappes souterraines.

1. La prise d'eau

L'Arve déverse annuellement dans le Rhône plus d'un million de tonnes de matières solides : graviers, sables, limons ou argiles en suspension dans l'eau. La turbidité de l'eau varie de quelques milligrammes à quelques grammes par litre. Par fortes crues, on a mesuré jusqu'à 10 grammes par litre de matières solides en suspension dans l'eau. En outre, l'Arve charrie énormément de morceaux de bois, aiguilles de pins, feuilles mortes et débris de tous genres, dont entre autres des emballages en matière plastique ou en caoutchouc.

Le choix et l'emplacement de la prise d'eau, de même que le type de crépine ont donc une très grande importance, si l'on veut éviter les ensablements ou l'obstruction par les feuilles, les branches et autres déchets.

La prise d'eau est donc située 350 mètres à l'amont de la station de traitement, dans un canal d'alimentation d'une des turbines de l'usine hydraulique de la Société des Eaux de l'Arve.

On dispose ainsi, même en période d'étiage, d'une hauteur d'eau suffisante, afin que la crépine d'un diamètre de 110 cm ne soit jamais dénoyée. De plus, par l'effet de barrage des installations de la Société des Eaux de l'Arve, l'eau a subi une première décantation. Elle a en outre déjà passé à travers un réseau de grilles grossières qui retiennent les éléments de plus de 3 centimètres d'épaisseur.

Crépine spéciale

Pour éviter des frais de dégrillage et de transport en décharge des matériaux récupérés, on a choisi un type de crépine autonettoyante, ceci pour autant qu'elle soit placée dans un courant d'au moins 0,5 m/sec.

(Suite après pages d'illustrations.)

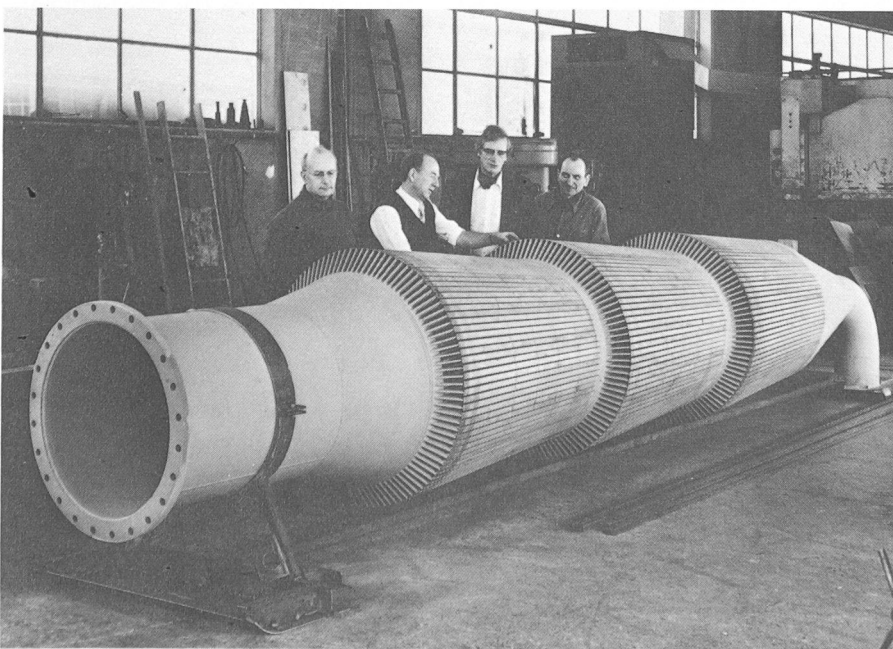


Fig. 9. — Crépine Doucet hydromat filter en construction dans les ateliers de Carouge.

Références :

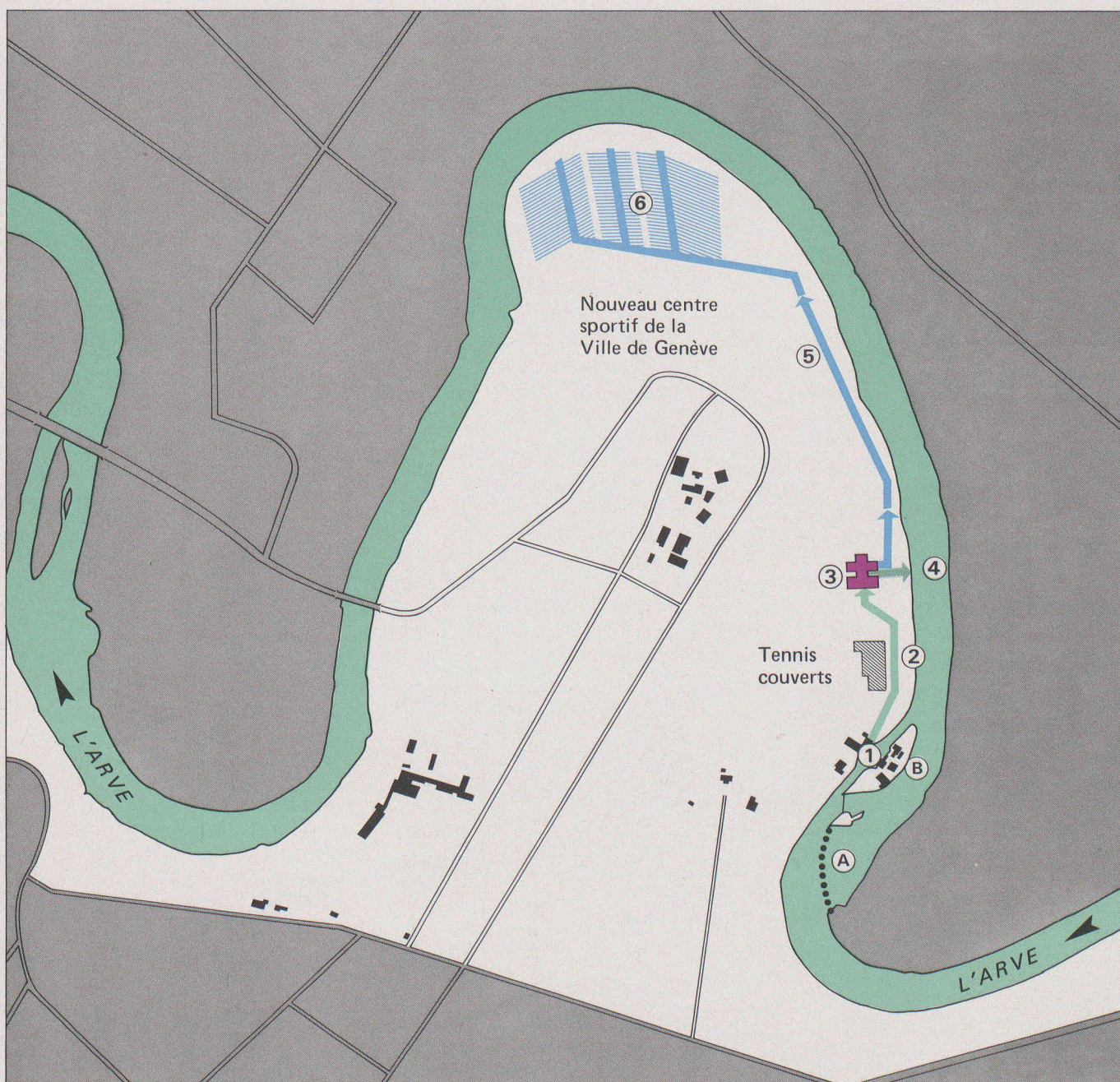
- [1] GAD AMBERGER : *Contribution à l'étude du Quaternaire de la région lémanique*. Ecl. geol. helv. Vol. 71 — 1978.
- [2] DANIEL BARONI : *Station expérimentale de réalimentation d'une nappe souterraine*. Bulletin technique de la Suisse Romande, n° 13 — 1970.

- [3] P. BURKARD : *Réalimentation artificielle de la nappe franco-suisse de l'Arve : résultat des recherches*. Services Industriels de Genève, Service des eaux, Laboratoire. Rapport n° 181 (non publié).
- [4] BIZE, BOURGUET, LEMOINE : *L'alimentation artificielle des nappes souterraines*. Ed. Masson, 1972.

Documents, photos et dessins :

Borel-Boissonnas, Grivel, Sulzer frères, Baroni, Stencek et Photo-Hélio Brunner S.A. (Genève).

Fig. 8. — Plan général de situation des ouvrages pour la réalimentation.



Constructions existantes:

- A Digue
- B Usine de la Société des Eaux de l'Arve

Nouvelles constructions:

- 1 Prise d'eau
- 2 Conduite d'eau brute
- 3 Station de pompage et de traitement de l'eau
- 4 Conduite de rejet
- 5 Conduite d'eau traitée
- 6 Injection souterraine de l'eau

Fig. 15. — Plan I (niveau supérieur) et coupe AA.

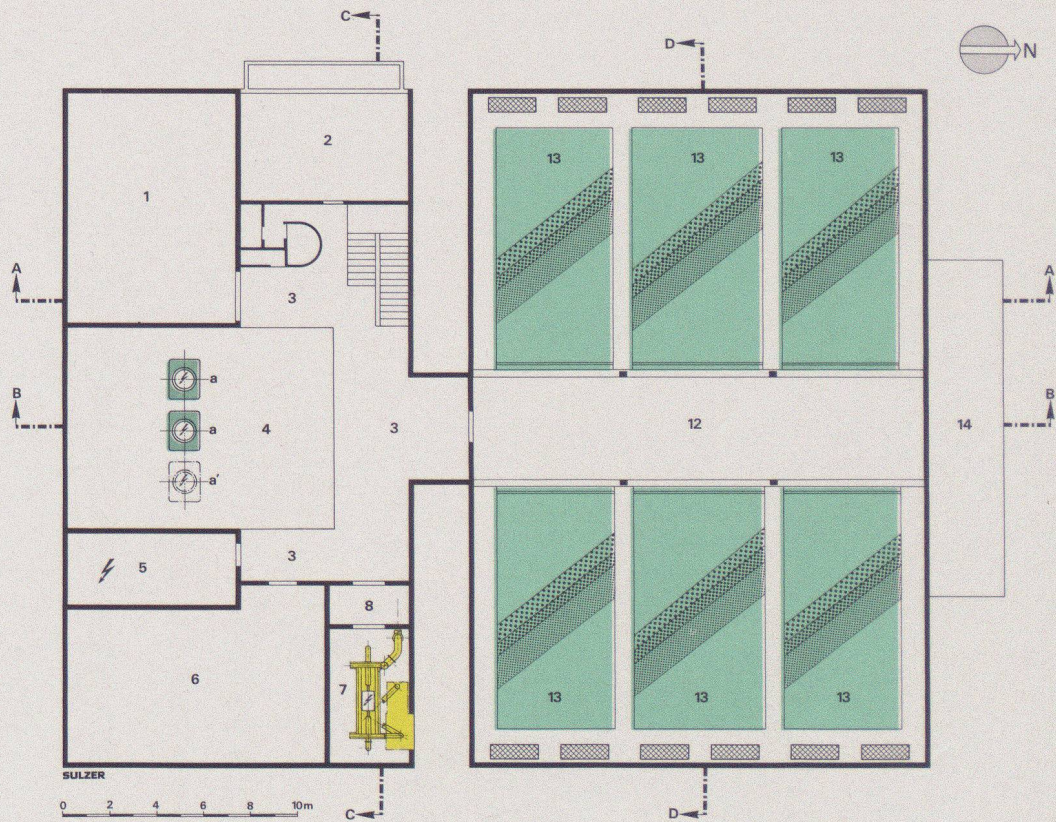
Bâtiment de service

- 1 Laboratoire de l'office cantonal de contrôle des eaux de l'Arve (OCCA)
- 2 Salle de conférence
- 3 Hall de l'étage
- 4 Hall d'entrée
- 5 Local des batteries
- 6 Installations de ventilation
- 7 Soufflante pour l'aire de lavage des filtres
- 8 Saas
- 9 Dépôt de chlorure ferrique
- 10 Atelier
- 11 Bassin de rétention des eaux boueuses
- a Pompes d'eau brute
- a' Réserve pour une troisième pompe

Bâtiment des filtres

- 12 Galerie de commande des filtres
- 13 Filtres
- 14 Chambre des déversoirs
- 15 Réservoir d'eau filtrée
- b Conduite des eaux traitées vers l'aire de réalimentation
- c Collecteur des eaux boueuses
- d Canal de rejet à l'Arve
- k Canaux de répartition de l'air et l'eau de lavage des filtres

Plan I



Bâtiment de service

Bâtiment des filtres

Coupe A-A

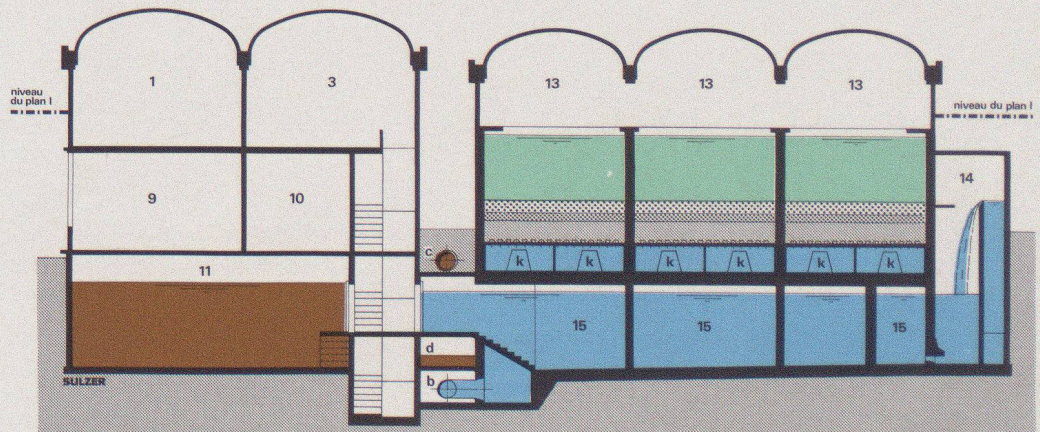
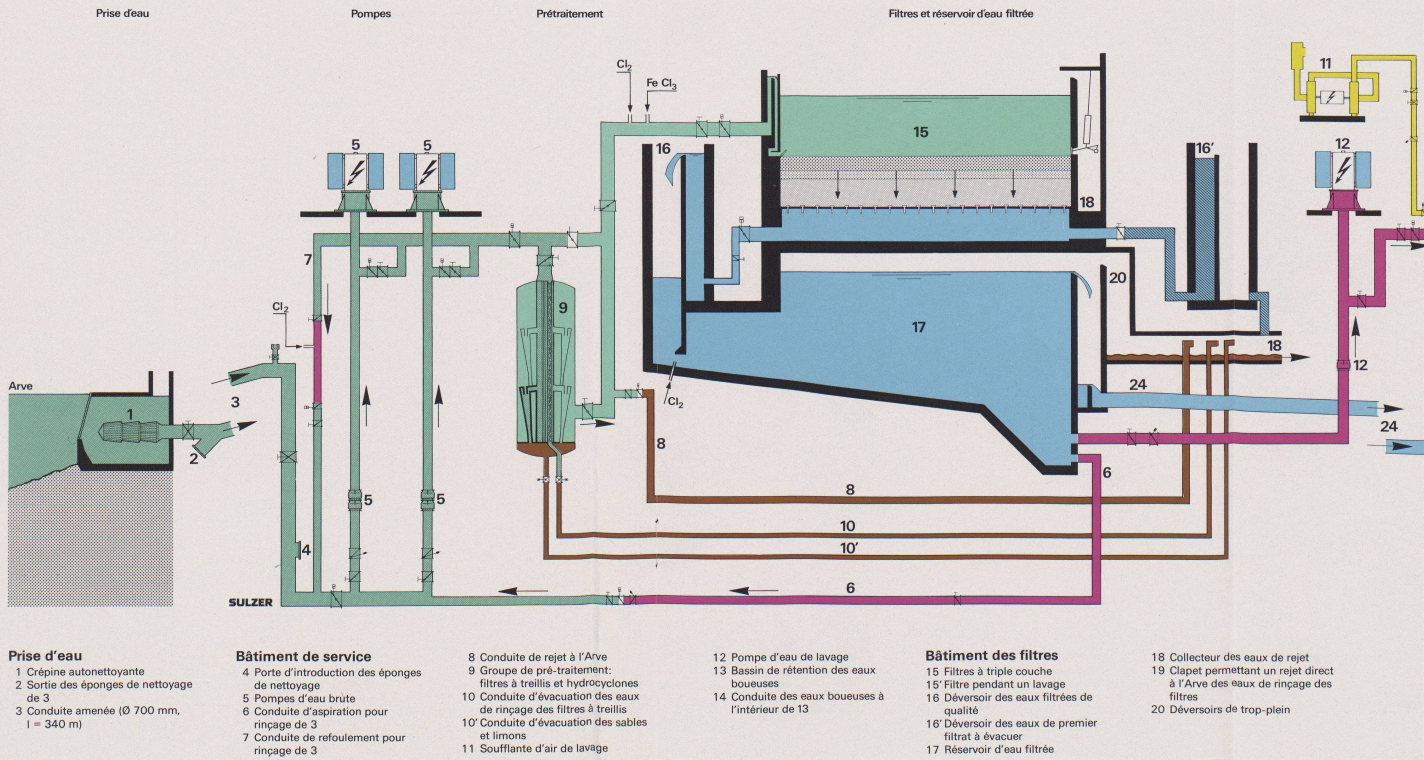


Fig. 13. — Schéma de fonctionnement.



Prise d'eau

- 1 Crépine autonettoyante
- 2 Sortie des éponges de nettoyage de 3
- 3 Conduite amenée (Ø 700 mm, l = 340 m)

Bâtiment de service

- 4 Porte d'introduction des éponges de nettoyage
- 5 Pompes d'eau brute
- 6 Conduite d'aspiration pour rinçage de 3
- 7 Conduite de refoulement pour rinçage de 3

8 Conduite de rejet à l'Arve

- 9 Groupe de pré-traitement: filtres à treillis et hydrocyclones
- 10 Conduite d'évacuation des eaux de rinçage des filtres à treillis
- 10' Conduite d'évacuation des sables et limons
- 11 Soufflante d'air de lavage

12 Pompe d'eau de lavage










- 13 Bassin de rétention des eaux boueuses
- 14 Conduite des eaux boueuses à l'intérieur de 13

Bâtiment des filtres

- 15 Filtres à triple couche
- 15' Filtre pendant un lavage
- 16 Déversoir des eaux filtrées de qualité
- 16' Déversoir des eaux de premier filtrat à évacuer
- 17 Réservoir d'eau filtrée

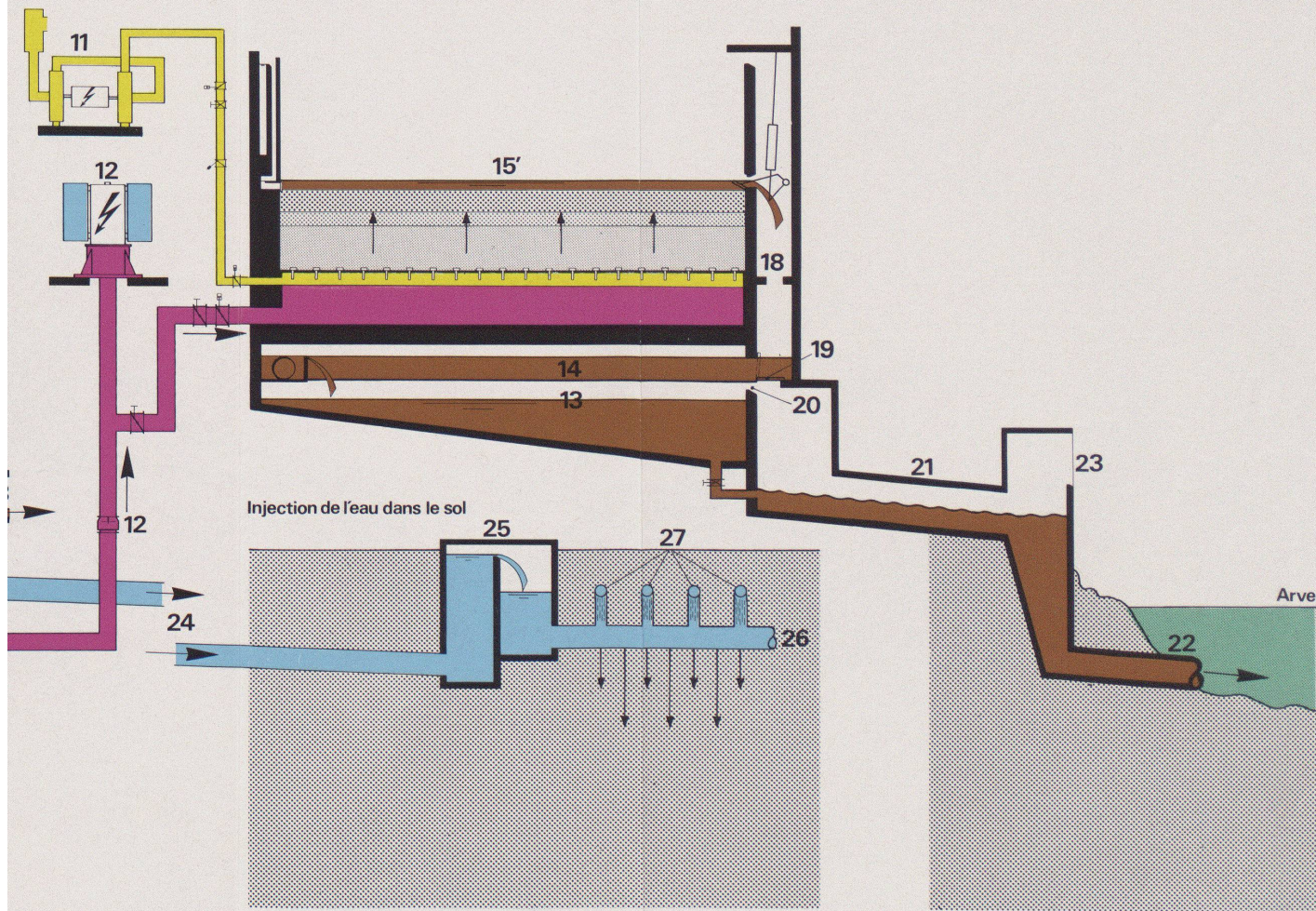
18 Collecteur des eaux de rejet

- 19 Clapet permettant un rejet direct à l'Arve des eaux de rinçage des filtres
- 20 Déversoirs de trop-plein

- | | | | |
|---|----------------------------------|---|---|
|  | Eau brute de l'Arve |  | Air de lavage des filtres |
|  | Eau prétraitée |  | Eaux boueuses |
|  | Eau filtrée de qualité |  | Installations électriques |
|  | Eau de premier filtrat à rejeter |  | Injection de produits chimiques (Cl ₂ , Fe Cl ₃) |
|  | Eau de lavage | | |

Filtere en phase de lavage

Ouvrages de rejet



rejet
rejet direct
nçage des
in

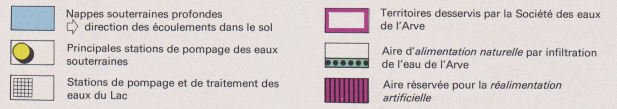
Canalisation de sortie

- 21 Canal de rejet à l'Arve (diamètre 1250 mm. longueur 62 mètres)
- 22 Evacuation dans le lit de l'Arve (2 tuyaux de 500 mm.)
- 23 Déversoir pour débits exceptionnels

- 24 Conduite des eaux traitées vers l'aire de réalimentation (diamètre 800 mm, longueur env 700 mètres)

Injection de l'eau dans le sol

- 25 3 chambres-déversoirs de régulation des débits
- 26 3 conduites de distribution (diamètre 300 à 400 mm.)
- 27 5 000 mètres de tuyaux perforés (diamètre 200 mm.)



Société des Eaux de l'Arve

1. Pont de Vessy
2. Florissant
3. Usine de Vessy

Services Industriels de Genève

4. Frontenex
5. Carouge
6. Troinex
7. Saconnex d'Arve
8. Perly
9. Soral

En France:

10. Veyrier (Annemasse)
11. Les Vernes (Gaillard)
12. Crèche (Saint-Julien)
13. Veigy (Viry)
14. Malagny (Nappe du Rhône)

Fig. 3. — Carte des nappes souterraines et stations de pompage dans la nappe de l'Arve.

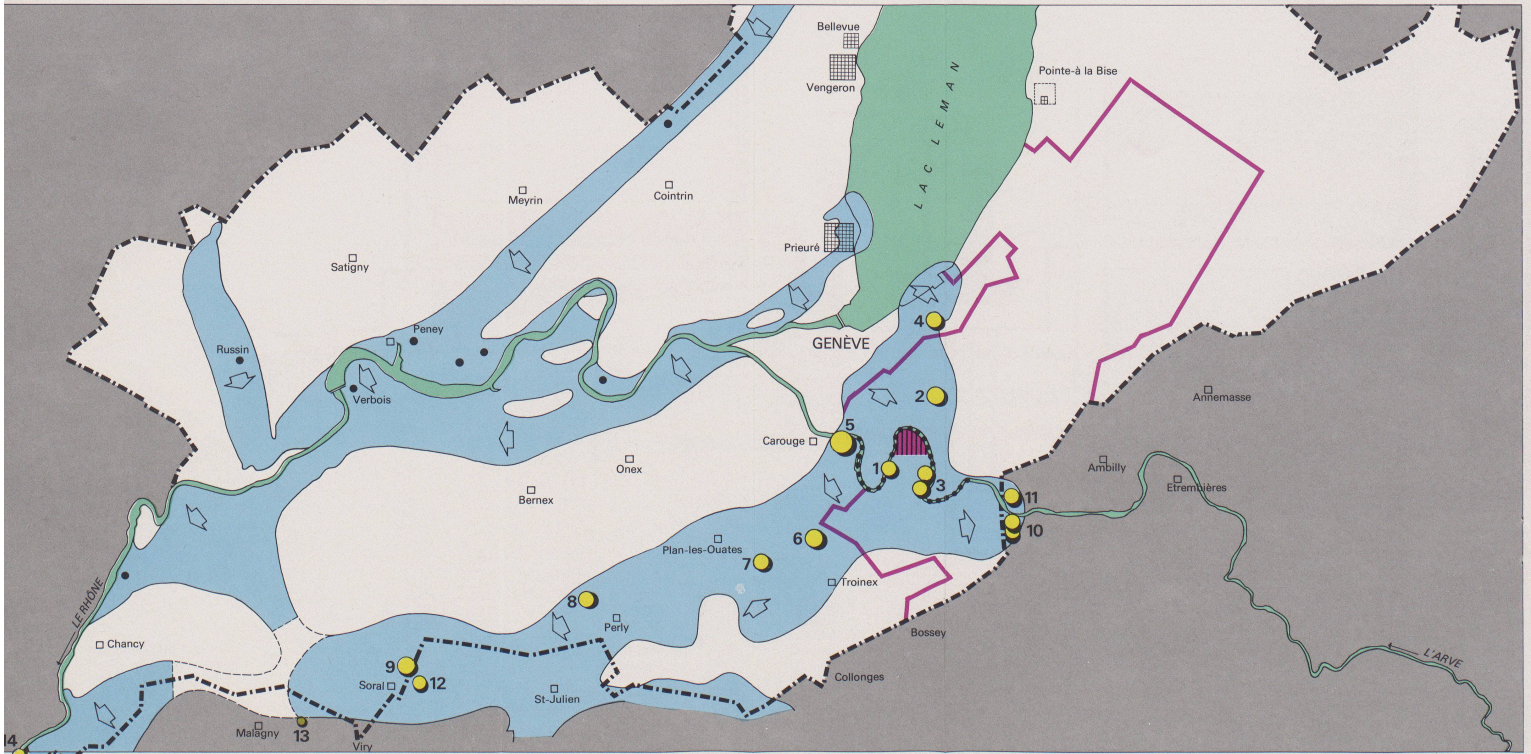


Fig. 16. — Plan II
(niveau intermédiaire)
et coupe BB.

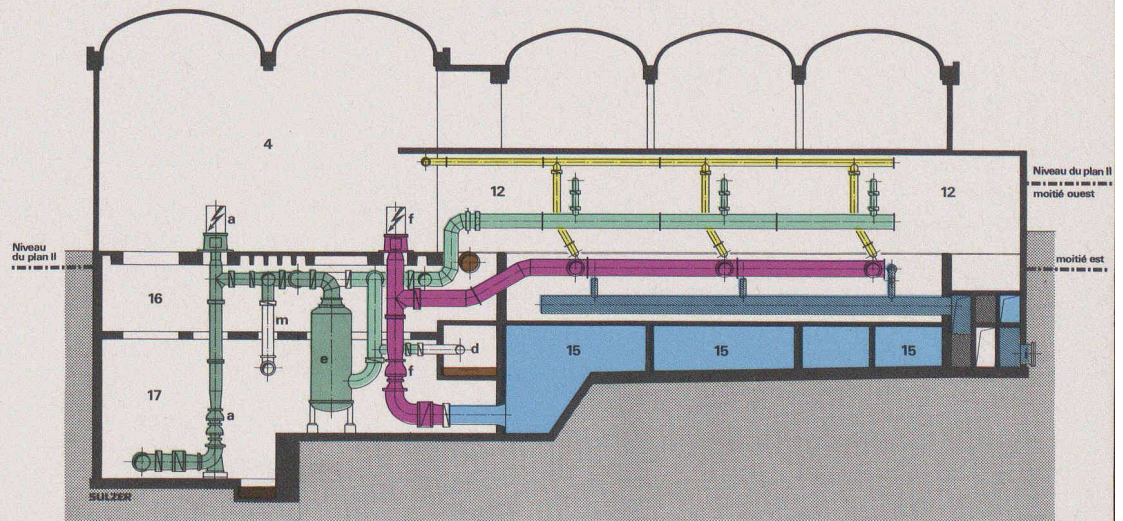
Bâtiment de service

- 4 Hall d'entrée
- 11 Bassin de rétention des eaux boueuses
- 16 Chambre des canalisations
- 17 Chambre des pompes
- 18 Station de transformation
- a Moteurs et pompes d'eau brute
- e Groupe de prétraitement (filtres à treillis et hydrocyclones)
- f Moteur et pompe pour le lavage des filtres
- g Déversoir de sécurité du bassin de rétention
- m Collecteur pour le rinçage de la conduite d'eau brute

Bâtiment des filtres

- 12 Galerie des canalisations
- 13 Filtres (coupe en-dessus de la masse filtrante)
- 13' Filtres (coupe sous le niveau des dalles à crépines)
- 14 Déversoir des eaux filtrées de qualité
- 14' Déversoir des eaux de premier filtrat à évacuer
- 15 Réservoir d'eau filtrée
- c Collecteur des eaux boueuses
- d Canal de rejet à l'Arve
- h Clapet pour évacuation directe des eaux boueuses dans le canal de rejet à l'Arve
- i Collecteurs en attente pour extension future des installations
- k Canaux de répartition de l'air et l'eau de lavage des filtres

Coupe B-B



Plan II

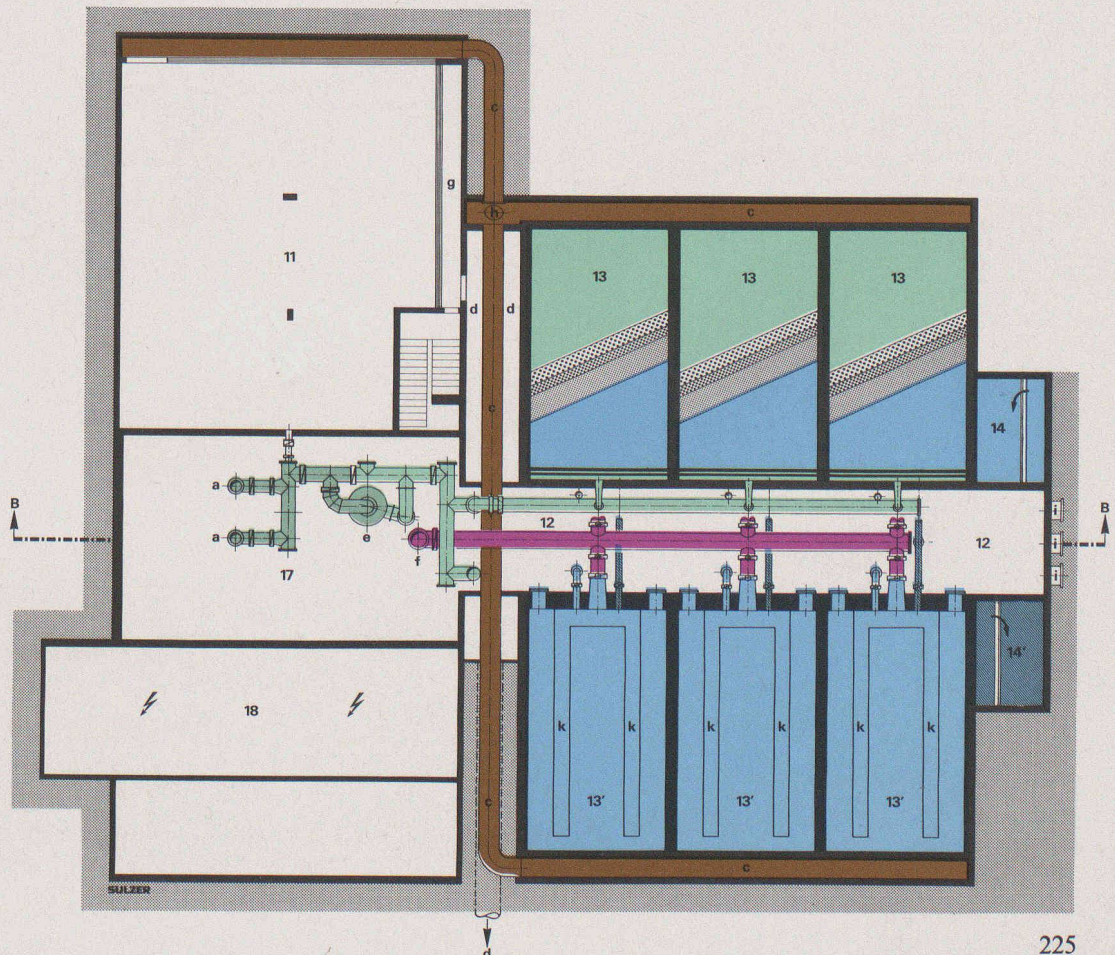
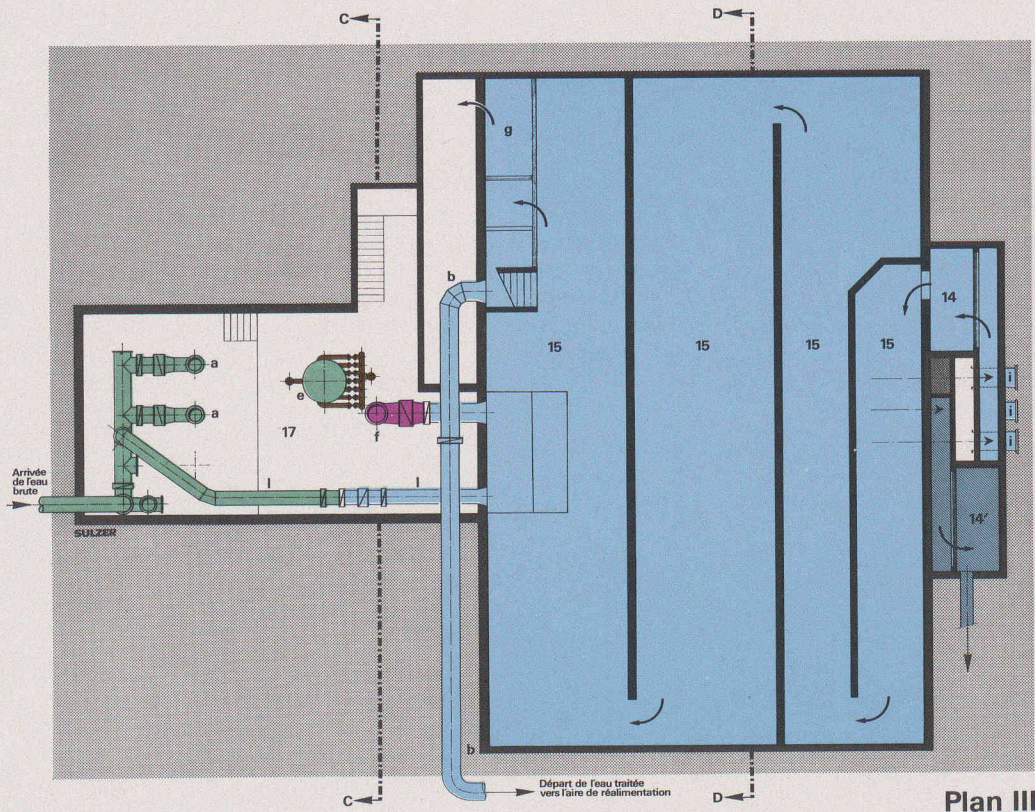


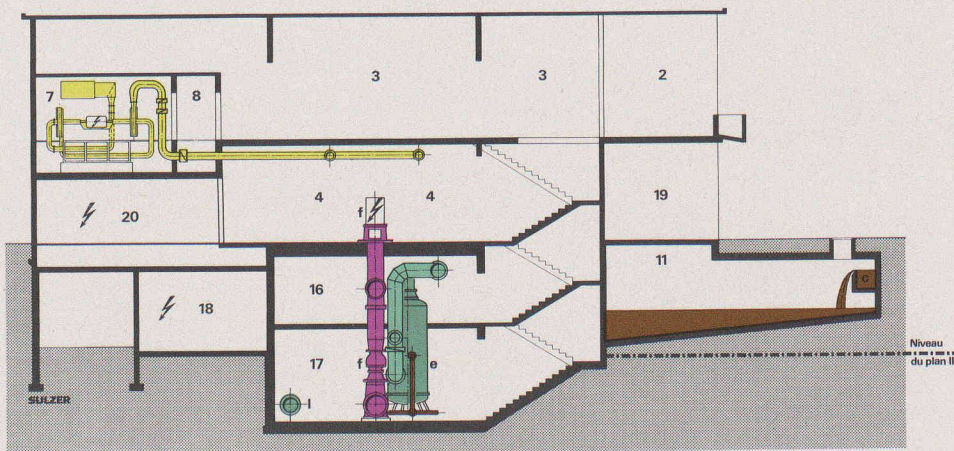
Fig. 17. — Plan III
(niveau inférieur)
coupes CC et DD.



Plan III

Bâtiment de service

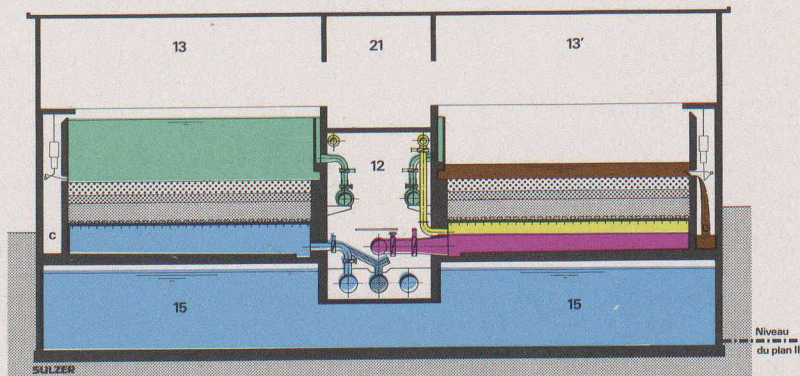
- 2 Salle de conférences
- 3 Hall de l'étage
- 4 Hall d'entrée
- 7 Soufflante pour l'aire de lavage des filtres
- 8 Saas
- 11 Bassin de rétention des eaux boueuses
- 16 Chambre des canalisations
- 17 Chambre des pompes
- 18 Station de transformation
- 19 Chambre de chloration
- 20 Local de commande et tableaux électriques
- a Pompes d'eau brute
- e Groupe de prétraitement (filtres à treillis et hydrocyclones)
- f Moteur et pompe pour le lavage des filtres
- l Collecteur d'alimentation du système de rinçage de la conduite d'eau brute



Coupe C-C:

Bâtiment des filtres

- 12 Galerie des canalisations
- 13 Filtre en service
- 13' Filtre pendant un lavage
- 14 Déversoir des eaux filtrées de qualité
- 14' Déversoir des eaux de premier filtrat à évacuer
- 15 Réservoir d'eau filtrée
- 21 Galerie de commande des filtres
- b Conduite des eaux traitées vers l'aire de réalimentation
- c Collecteur des eaux boueuses de lavage des filtres
- g Déversoir de sécurité du réservoir d'eau filtrée
- i Collecteurs en attente pour extension future des installations



Coupe D-D:

Le « Doucet hydromat filter » est un ensemble de grilles tronconiques de 2 à 3 mm d'ouverture entre les barreaux. Par un système de chicanes intérieures, une partie seulement du débit est aspirée dans la conduite, l'autre partie étant refoulée vers l'extérieur de la crépine, de telle sorte qu'aucune particule ne reste collée contre les barreaux (fig. 9 et 10). On a ainsi résolu le double problème de la main-d'œuvre ou du mécanisme habituellement nécessaire pour un nettoyage de crépine et celui du transport en décharge des déchets de nettoyage, puisque ceux-ci sont laissés dans la rivière.

2. Conduite d'aspiration de l'eau brute

Cette conduite en tuyaux « Armavéron » enrobés de 700 mm de diamètre a une longueur totale de 323 m^l. Afin d'éviter que du sable ne se dépose à l'intérieur de cette conduite — principalement pendant les périodes d'arrêt prolongé de la réalimentation — il sera possible de la

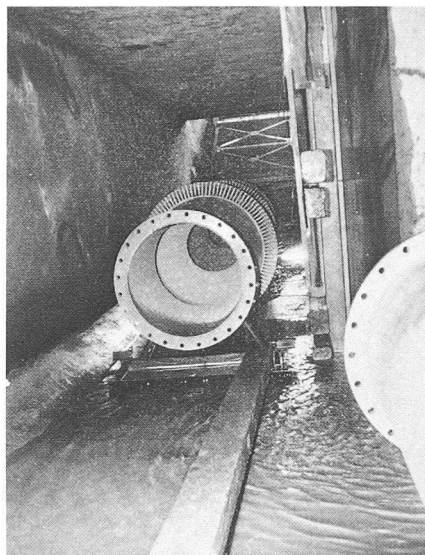


Fig. 10. — Mise en place de la crépine dans l'Usine de la Société des Eaux de l'Arve.

rincer avec de l'eau filtrée aspirée dans le réservoir de la station et même d'y faire circuler une grosse éponge entre les portes d'entrée et de sortie indiquées sur le schéma de fonctionnement.

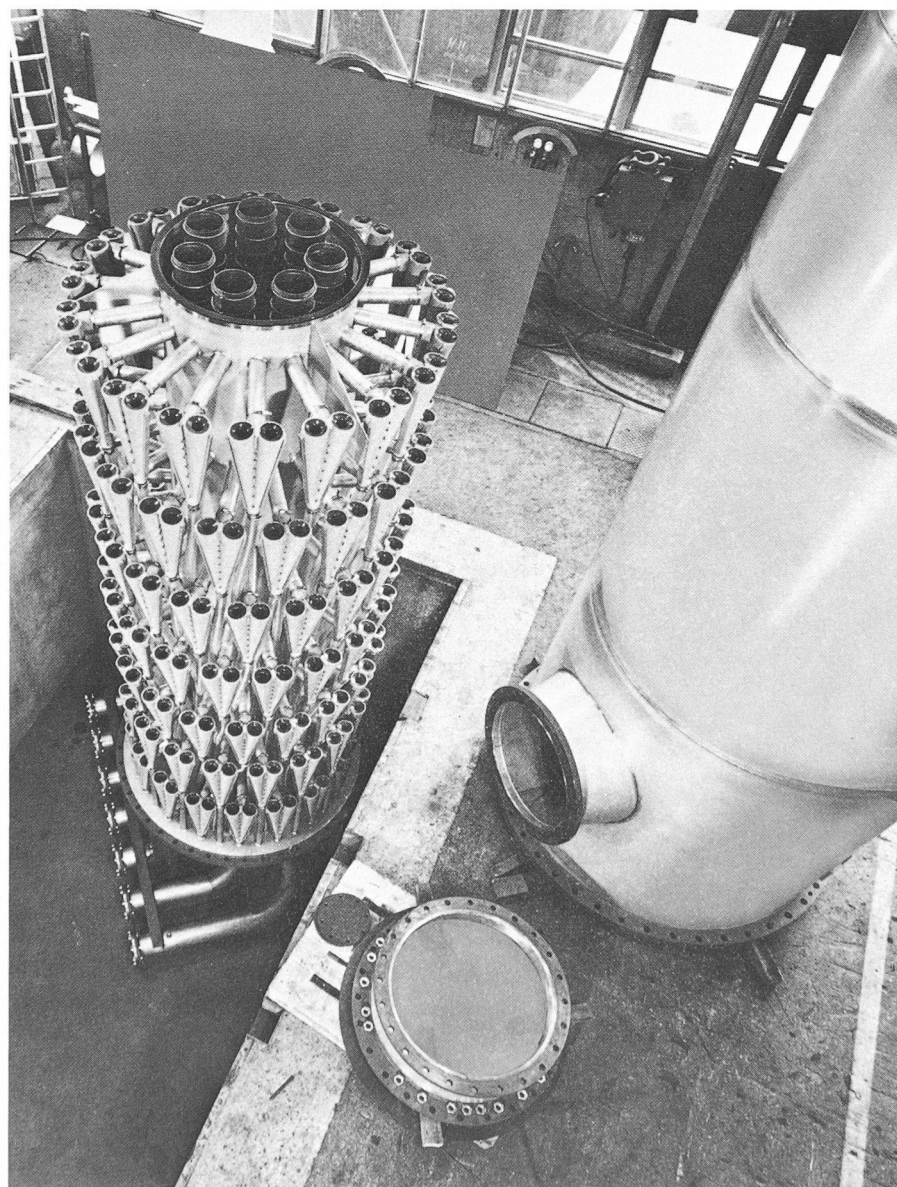


Fig. 11. — Groupe mixte filtre à treillis-hydrocyclones pour le prétraitement de l'eau.

3. Station de traitement de l'eau

3.1 Conception générale de la station

Dans cette station sont groupés tous les organes de commande, de contrôle et de traitement de l'eau.

C'est un bâtiment de 18 000 m³, sans fenêtres (à une exception près pour la salle de conférences) et qui doit répondre à certaines exigences esthétiques : hauteur limitée, implantation dans une zone de verdure, alignement avec la construction existante des tennis couverts. L'architecte devait, tout en tenant compte de ces contraintes, créer l'enveloppe contenant les installations dont les niveaux lui étaient imposés par le schéma hydraulique. Il devait également prévoir des possibilités d'agrandissement ou l'adjonction de traitements complémentaires.

La station est divisée en deux corps distincts : le bâtiment de service et le bâtiment des filtres. Entre les deux, le canal de rejet à l'Arve reçoit tous les écoulements provenant de ces deux corps de bâtiment.

A l'extrémité nord du bâtiment des filtres, la chambre des déversoirs pourra, moyennant une simple transformation, servir de liaison avec un troisième corps de bâtiment en cas d'agrandissement des installations ou l'adjonction d'un traitement supplémentaire de l'eau. L'examen des différents dessins et du schéma de fonctionnement permettront, mieux qu'une longue explication, de voir comment ont été résolus les différents problèmes posés à l'architecte (figs. 13 à 17). Reprenons maintenant, dans l'ordre donné par la circulation de l'eau, les principales installations contenues dans la station :

3.2 Pompes

Deux pompes centrifuges Sulzer BPS 40 à deux étages, puissance au moteur 250 kw et d'un débit de 630 à 720 l/s sous 30 mètres de colonne d'eau (C.E.) fonctionnent alternativement. Une troisième pompe équipera la station en cas de besoin.

3.3 Prétraitement de l'eau brute

Bien que la crépine autonettoyante installée à la prise d'eau élimine déjà tous les éléments de plus de 3 mm, un prétraitement de l'eau de l'Arve est nécessaire si l'on veut éviter un encrassement trop rapide des filtres.

Des essais ont été faits avec différents modèles de décanteurs-floculateurs, mais ceux-ci étaient d'un réglage difficile, vu les brusques variations de qualité des eaux de l'Arve et la nécessité d'adapter constamment le dosage des adjuvants de coagulation et de floculation.

La solution retenue a été celle d'un « groupe mixte de prétraitement, système Doucet ».

C'est une combinaison de filtres à treillis constituée par 7 tubes à fentes longitudi-

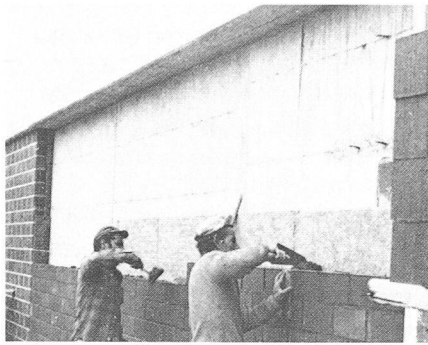


Fig. 18. — Construction de la station : Une isolation thermique de 8 cm d'épaisseur est placée entre l'ossature en béton armé et le revêtement en briques de terre cuite.

nales de 300 à 800 microns et de 126 paires d'hydrocyclones à haut rendement disposés en 7 rangées autour des filtres à treillis (fig. 11, 12). Des chasses périodiques assurent le nettoyage automatique des filtres à treillis. Les particules trop fines pour être retenues par les treillis sont éliminées par les hydrocyclones et récoltées dans le double-fond du groupe mixte pour être évacuées dans le canal de rejet à l'Arve.

Lors des essais dans la station-pilote, on a obtenu, par ces hydrocyclones, une diminution de la turbidité de l'ordre de 20 à 80 %.

3.4 Filtres à sable

Ces filtres, au nombre de six, sont des filtres à niveau variable. Le débit est réglé, pour chaque filtre, par les déversoirs d'entrée et c'est le niveau d'eau, à l'intérieur, qui varie en fonction du degré d'encrassement de la masse filtrante.

La masse filtrante comprend trois couches de granulométrie et de densité différente soit, de haut en bas :

- 50 cm de pierre ponce de 2 à 3,5 mm.
- 30 cm d'hydroanthracite de 1,5 à 2 mm.
- 100 cm de sable de quartz de 0,6 à 1,2 mm.

Il faut naturellement choisir avec soin les qualités de ces trois éléments et s'assurer d'un bon hydroclassement après le lavage des filtres.

La vitesse de filtration est de 6 m/heure. Le lavage des filtres se fait au moyen d'une pompe d'eau de lavage débitant 1280 l/sec. et d'une soufflante d'air de 7370 m³/heure.

Chaque filtre est muni de deux sorties : l'une est destinée aux eaux qui ne sont pas encore absolument limpides, ce qui est généralement le cas, immédiatement après la remise en service d'un filtre après son lavage. Cette eau dite « de premier filtrat » est rejetée à l'Arve. L'autre est la sortie de fonctionnement normal.

3.5 Chambre des déversoirs

Placée en extrémité du bâtiment des filtres, cette chambre reçoit, par vases communicants, toutes les eaux claires

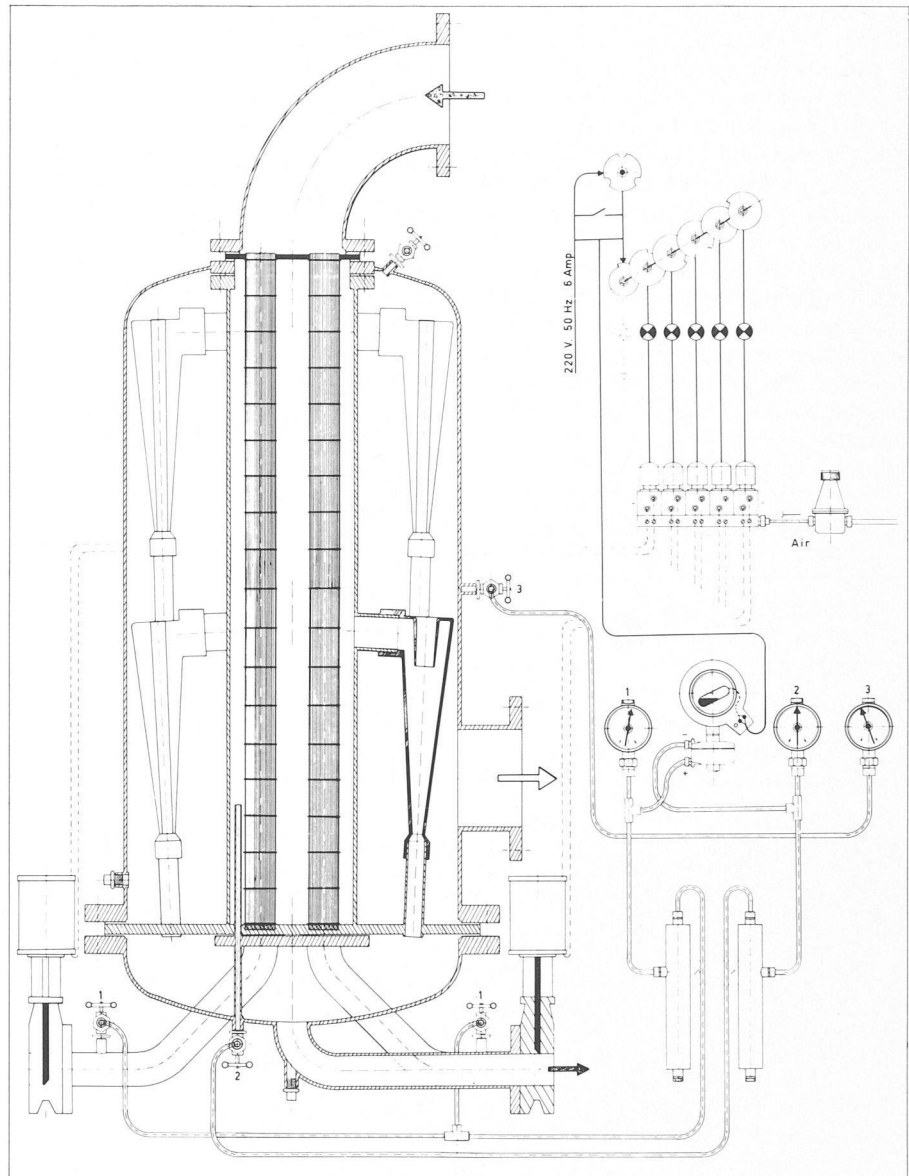


Fig. 12. — Coupe schématique d'un groupe mixte Doucet.

sortant des filtres, soit dans la partie réservée aux eaux de premier filtrat qui sont ensuite rejetées, soit dans la partie réservée aux eaux absolument claires, qui sont ensuite chlorées et déversées dans le réservoir d'eau filtrée.

La fonction de cette chambre des déversoirs est de maintenir toujours un niveau d'eau minimal dans les filtres, juste au-dessus de la masse filtrante et ceci quel que soit son degré d'encrassement.

3.6 Le réservoir d'eau filtrée

D'une capacité utile de 1500 m³, son rôle est avant tout de pouvoir disposer des quantités d'eau nécessaire pour le lavage des filtres et le rinçage de la conduite d'alimentation en eau brute. Il comprend plusieurs cloisons afin que s'établisse un sens de circulation à l'intérieur du réservoir et qu'il ne puisse se créer de zones mortes où la qualité de l'eau pourrait se détériorer.

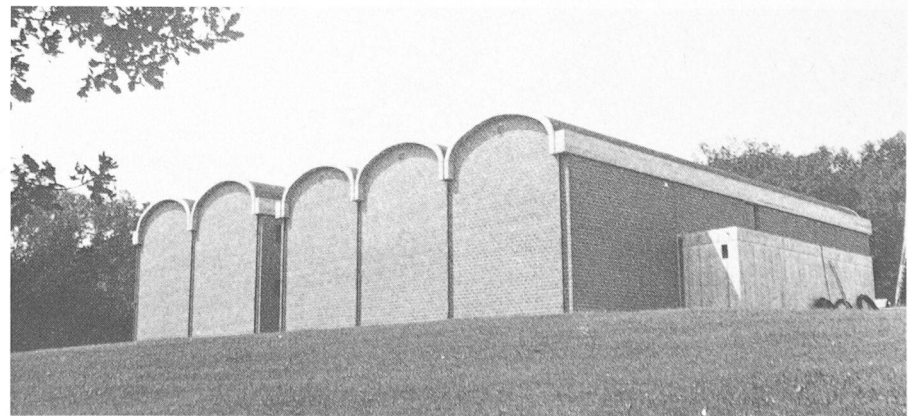


Fig. 14. — Vue de la station de traitement de l'eau.

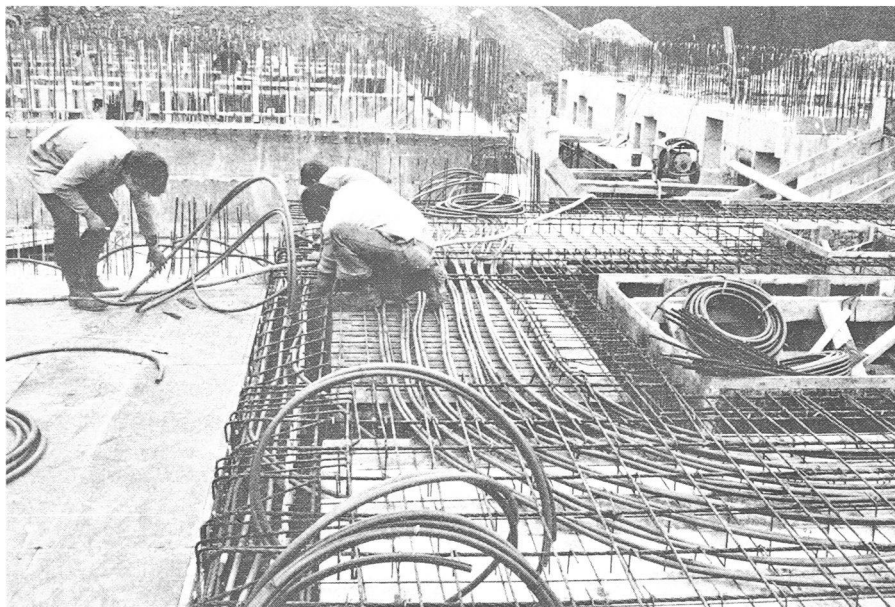


Fig. 19. — Construction de la station : près de 7 km de tubes électriques sont noyés dans le béton des murs et des dalles.

3.7 Bassin de rétention des eaux boueuses

Ce bassin, d'une capacité utile de 600 m³, reçoit uniquement les eaux de lavage et de rinçage des filtres.

Sa première fonction est de servir de bassin-tampon pour régulariser les rejets dans l'Arve, mais il pourra au besoin servir de bassin de décantation avant traitement des boues, s'il n'était plus possible de rejeter telles quelles ces eaux à l'Arve.

Pour tenir compte de cette éventualité, on a monté un clapet spécial, juste avant l'arrivée des eaux de lavage des filtres dans le bassin de rétention.

Ce clapet permettra de n'introduire dans le bassin que les premières eaux de lavage, toujours très sales, et il s'ouvrira ensuite pour que les eaux plus claires de rinçage des filtres soient directement évacuées dans le canal de rejet à l'Arve.

3.8 Laboratoire pour un contrôle permanent de la qualité de l'eau

Sans un contrôle rigoureux de la qualité de l'eau avant son injection dans le sol, la réalimentation artificielle pourrait, en cas de déversement important de produits toxiques dans l'Arve, présenter un certain risque de pollution.

Ce risque existe de toute façon par la simple alimentation naturelle qui s'opère tout au long de l'année et principalement en période de crue, mais les appareils de détection en continu des polluants les plus dangereux, installés dans la station de traitement d'eau de Vessy, sont là pour interrompre automatiquement la réalimentation artificielle dès que l'eau ne présente plus toutes les qualités requises.

Cette surveillance comprend le contrôle de la turbidité : un photomètre déclenche les pompes lorsque le seuil de turbidité de l'eau de l'Arve, fixé à 300 ppm, est dépassé. Il en est de même

pour la teneur de l'eau en hydrocarbures — cas de pollution le plus fréquent. Pour cela deux appareils sont en service, l'un fonctionnant par fluorescence et l'autre par spectrophotométrie infrarouge. D'autres appareils sont prévus pour le contrôle des concentrations, en chrome hexavalent, cadmium, mercure, détergents et matières organiques dissoutes, celles-ci par mesure de l'absorption dans l'ultraviolet à 254 nm. Dès qu'une pollution grave est décelée, une alarme se déclenche et la réalimentation est immédiatement interrompue.

Afin de ne pas interrompre les mesures lorsque la réalimentation est arrêtée, le laboratoire est alimenté en eau brute de l'Arve par une prise d'eau, de petites pompes et une conduite d'amenée indépendante.

Le temps de réaction des analyseurs, avant de déclencher une alarme, est compris entre quelques secondes et 25 minutes.

Le temps de passage de l'eau de réalimentation dans la station, depuis la prise d'eau jusqu'à sa sortie en direction de la zone d'infiltration est de 1 heure ½, ce qui donne une marge de sécurité largement suffisante.

3.9 Equipement électrique de la station

La station est alimentée sous une tension de 18 000 volts. Deux transformateurs de 800 KVA et 400 KVA abaissent la tension à 500 V pour les moteurs principaux et 380-220 V pour le reste des installations.

En cas de coupure de courant, tous les services auxiliaires, circuits de mesure, télétransmission, ordinateur, éclairage de secours sont assurés pendant trois heures par un ensemble redresseurs-batteries-ondulateurs.

En cours de construction, 6500 mètres de tubes électriques ont été noyés dans le béton des dalles et des murs (fig. 19).

3.10 Commande et surveillance à distance

La plupart des machines peuvent être commandées manuellement depuis le tableau de distribution ; la commande avec automatisme et surveillance complète s'effectue soit depuis le schéma synoptique de la salle de commande de la station de Vessy, soit par télétransmission depuis le dispatching central du service des eaux des Services Industriels de Genève, lequel est situé dans leur usine de la Coulovrenière.

Aucun personnel n'étant à demeure dans la station de Vessy, toutes les données nécessaires de contrôle et de surveillance sont télétransmises à l'usine de la Coulovrenière. Une console de visualisation en liaison avec le mini-ordinateur de la station permet de suivre tous les événements et de connaître les résultats de mesure des différents appareils et analyseurs automatiques. Un disque d'une capacité de 2,5 mégabytes assure le stockage de ces données.

4. Conduite de rejet à l'Arve

Construite en tuyaux « Armavéron » de 1250 mm de diamètre, cette canalisation conduit toutes les eaux de rejet à une chambre-déversoir située en bordure de l'Arve.

De là, les eaux sont amenées jusqu'au milieu du lit de l'Arve par deux tuyaux métalliques de 500 mm de diamètre, ce qui suffit pour évacuer les débits normaux de fonctionnement de la station. En cas de manœuvre exceptionnelle — vidange d'un bassin par exemple — le déversoir de sécurité entre en fonction et permet d'évacuer un débit maximal de 4 m³/s.

5. Conduite des eaux traitées vers l'aire de réalimentation

La zone la plus favorable pour l'injection de l'eau dans le sol est située à 650 mètres de la station de traitement. Une conduite de 800 mm de diamètre a été construite, dont un premier tronçon fut exécuté en tuyaux « Bonna-Sentab » et le reste en tuyaux « Armavéron » enrobés. Cette distinction n'a été dictée que par des nécessités d'approvisionnement du chantier.

Une pente de 2 % assure le transport de l'eau en écoulement libre. Afin que la conduite soit toujours pleine quels que soient les débits, une chambre-déversoir est construite à l'aval, au point de départ des conduites de distribution dans les drains.

6. Injection de l'eau dans le sol

On avait tout d'abord envisagé de construire des bassins d'infiltration à l'exemple de ce qui s'est fait dans de nombreuses

autres stations de réalimentation artificielle [4] (Göteborg dès 1897, Dortmund dès 1935, Croissy-sur-Seine dès 1954, Hardwasser à Bâle dès 1957, etc.).

Ce type de construction nécessite un entretien important pour le nettoyage et le décolmatage périodique du fond des bassins. D'autre part, la parfaite qualité de l'eau que nous obtenons à la sortie de la station de Vessy ne nécessite aucune amélioration par « effet de lagunage ». Elle ne pourrait au contraire que courir un risque de pollution accidentelle non négligeable juste avant sa pénétration dans le terrain.

On a donc préféré utiliser la solution adoptée avec succès à la station de réalimentation de Francfort-sur-Main, soit les drains d'injection.

Lors d'essais à notre station-pilote, un tronçon de 31 m³ a été alimenté jusqu'à un débit de 8,33 l/s, soit 0,27 l/s par m³ de drain, sans obtenir la moindre mise en charge du drain ou de la tranchée drainante.

Des essais de colmatage ont également été faits pendant trois mois avec de l'eau partiellement traitée, mais non filtrée (turbidité de 5 à 15 mg/l). On en a déduit que pendant la durée d'amortissement des installations, pour le moins, il n'y aurait pas de risque de colmatage du réseau de drainage et on a pu fixer, avec une sécurité suffisante, le débit admissible à 0,1 l/s par m³ de drain.

C'est donc une longueur totale de 5000 m³ de tuyaux drainants, de 200 mm de diamètre qui ont été posés à 2-3 mètres de profondeur, sur une surface totale d'un peu plus de 4 ha.

Des précautions spéciales ont été prises pour assurer une parfaite répartition des débits injectés sur l'ensemble de la surface. Les trois colonnes de distribution dans les drains sont alimentées par trois chambres munies de déversoirs réglables.

Ces colonnes de distribution sont constamment en charge et les départs aux drains se font par des chandelles, le débit dans chaque drain étant limité par un diaphragme réglé en fonction des pertes de charges calculées (fig. 20).

Études et exécution des travaux

Les nappes souterraines faisant partie du domaine public, il appartenait à l'Etat d'en gérer l'exploitation, de contrôler et au besoin limiter les prélèvements et, dans notre cas, d'assurer la réalimentation artificielle. Les installations restent donc propriété de l'Etat qui en a confié l'exploitation aux Services Industriels de Genève.

Les études de la nappe souterraine de l'Arve et des possibilités de sa réalimentation artificielle ont été faites par le Service cantonal de géologie.

Lorsque la décision de réalimenter a été prise, le bureau Bourquin et Stencek a

été mandaté pour assurer la direction générale des études et des travaux, ainsi que pour les études du Génie civil.

En accord avec le maître de l'ouvrage, le bureau Bourquin et Stencek s'est entouré de la collaboration de divers spécialistes soit : M. F. Mentha pour l'architecture, les Services Industriels de Genève, service des eaux, pour l'étude des équipements hydrauliques, électromécanique et du génie chimique, l'institut-conseil pour la construction pour la coordination du chantier. Lorsqu'à la suite d'une soumission restreinte, l'entreprise Sulzer a été adjudicataire des équipements mécaniques et hydrauliques pour le traitement de l'eau, elle a également été appelée à collaborer aux études. Les taux d'honoraires ont été répartis sur la base des recommandations SIA N° 103 E.

Coût et financement des ouvrages

La loi du 24 juin 1976 déclare d'utilité publique la réalisation des installations nécessaires à la réalimentation de la nappe souterraine de l'Arve. Elle autorise le Conseil d'Etat à contracter un emprunt de 15,5 millions de francs destiné au financement des installations.

Les intérêts et frais d'amortissement, de même que les frais d'exploitation seront couverts par une taxe spéciale de réalimentation prévue au règlement concernant les nappes d'eau souterraines du 14 mars 1973.

Compte tenu des augmentations survenues depuis 1975 et de certaines suggestions particulières dont il a fallu tenir compte, le coût total des travaux, honoraires compris, est d'environ 17 millions de francs.

La taxe spéciale de réalimentation a provisoirement été fixée dès 1980 à 0,13 ct. par m³ d'eau prélevé dans la nappe. Ce chiffre devra être adapté en fonction des frais effectifs d'exploitation.

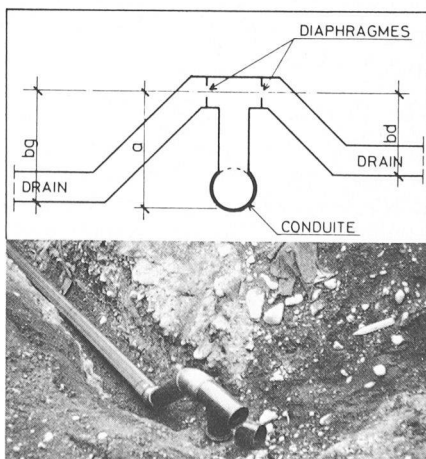


Fig. 20. — Départ d'un drain d'injection depuis une des trois colonnes de distribution de l'eau traitée. Coupe type (en haut) et photo d'un drain monté.

Il n'a pas été possible d'obtenir une participation proportionnelle des exploitants français de la nappe de l'Arve. Par contre, à la suite d'un arrangement signé à Annecy le 9 juin 1978, ceux-ci se sont engagés à payer leur part de redevance pour toute consommation dépassant annuellement les 2 millions de m³ qui ont été accordés en franchise aux exploitants français. Cet arrangement règle également les questions de contrôles mutuels des débits prélevés, contrôle de qualité des eaux et mesures de protection de la nappe. Il a été élaboré dans le cadre du « Comité régional franco-genevois pour les problèmes de voisinage ».

Conclusion

En proposant, en 1968, une étude pour la réalimentation artificielle, proposition qui n'a pas manqué de soulever des réactions très mitigées de la part de certains services, voire même de l'opposition, nous n'avons jamais pensé que les circonstances nous imposeraient une réalisation aussi rapide et à des conditions aussi favorables.

Les études ont montré que, loin de faire courir un risque supplémentaire de pollution de la nappe souterraine, la réalimentation artificielle aura au contraire un effet bénéfique sur la qualité de cette eau.

Par rapport à l'alimentation naturelle, les volumes d'eau introduits artificiellement seront, grâce au traitement de l'eau de l'Arve, exempt de plomb, de chrome et autres produits toxiques, éliminés en tout ou partie. Quant aux pollutions accidentelles, tels les déversements d'hydrocarbures, elles seront également éliminées par le laboratoire de la station qui arrêtera automatiquement la réalimentation dès que l'un des analyseurs détectera des concentrations anormales. Les volumes d'eau à introduire annuellement dans la nappe seront programmés en fonction des besoins de chaque service des eaux et des niveaux piézométriques. En cas de besoin urgent momentané (grande sécheresse, panne d'un autre secteur de production), il sera possible de prélever dans la nappe des quantités d'eau supplémentaires très importantes, qu'il suffira ensuite de réapprovisionner par la réalimentation artificielle.

C'est en raison des nombreux services que seront appelés à rendre ces installations que l'on a d'emblée prévu des possibilités d'extension future.

Adresse de l'auteur :
Daniel Baroni
Ch. David-Munier 26
1224 Chêne-Bougeries (Genève)