Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 79 (1953)

Heft: 9-10: École polytechnique de l'Université de Lausanne: publication du centenaire 1853-1953, fasc. no 1

Artikel: Adduction, distribution d'eau potable et sécurité d'exploitation du réseau de Lausanne

Autor: Fatio, P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-59760

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 12.07.2025

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

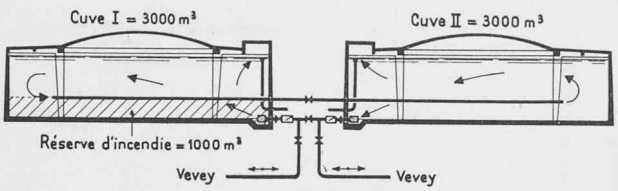

Fig. 9. — Circulation forcée dans un réservoir placé en bout de réseau.

La réserve d'incendie est constamment renouvelée.

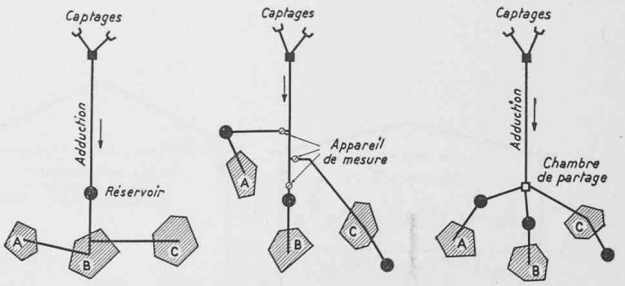

Fig. 10. — Schéma de distributions régionales.

Captages : sources, nappe souterraine, lac.
Adduction : à gravité ou par pompage de refoulement.

on doit se demander si les conceptions et les réalisations sont allées de pair avec l'utilisation des ressources hydrauliques et leur mise en valeur. Ne fait-on pas fausse route en conservant la conception traditionnelle des réseaux communaux bien séparés. Nous avons exposé ailleurs la conception moderne des *réseaux de distribution régionaux*. Ces distributions régionales n'ont pas seulement l'avantage d'une meilleure répartition de l'eau. Du fait de leur importance, de leur organisation, de leurs moyens techniques, elles peuvent livrer l'eau à des prix plus bas ; elles sont manifestement un facteur social de premier ordre, soit économiquement soit hygiéniquement parlant.

Par trois exemples très schématisés (fig. 10) nous montrons les types de distributions régionales qui ont été réalisées :

Premier exemple : Les agglomérations A, B, C exploitent en commun une distribution établie sans considération de limite communale. L'ensemble des ouvrages est propriété d'un organisme unique (société, corporation de droit public).

Deuxième exemple : Les agglomérations A, B, C ont leur propre distribution, conservent leur autonomie, mais achètent l'eau à un super-réseau ; cependant A, B, C sont copropriétaires ou, en tout cas, intéressés à l'exploitation du super-réseau et peuvent intervenir dans la gestion.

Troisième exemple : Les agglomérations A, B, C ont construit en commun un super-réseau et se partagent l'eau amenée par gravité ou pompage, peu importe.

On pourrait donner quelques exemples de ces distributions régionales dont la création pose encore des problèmes juridiques et économiques très intéressants. En Suisse, l'autonomie communale, juste en soi, mais qui n'a rien à voir avec l'hygiène, s'oppose souvent à cette conception. En France, en Belgique, en Hollande, les pouvoirs publics, en vertu d'une législation progressiste, n'accordent leur appui qu'à des groupements intéressant souvent plus d'une centaine de communes

ADDUCTION, DISTRIBUTION D'EAU POTABLE ET SÉCURITÉ D'EXPLOITATION DU RÉSEAU DE LAUSANNE

par P. FATIO, ingénieur E.P.U.L., Chef du Service des Eaux de la Ville de Lausanne

Adduction

La population de la ville et de quelques communes suburbaines alimentées par les réseaux lausannois a passé, au cours des cinquante premières années de ce siècle, de 45 000 à 125 000 habitants.

La consommation d'eau, elle, a passé pendant la même période, de 2 000 000 à 12 000 000 m³ par année et de 127 à 710 litres par jour et par habitant, maximum d'été.

Comme partout d'ailleurs, la consommation spécifique a suivi et suit encore une courbe ascensionnelle impressionnante, engendrée par les exigences de l'hygiène et du confort, en plein

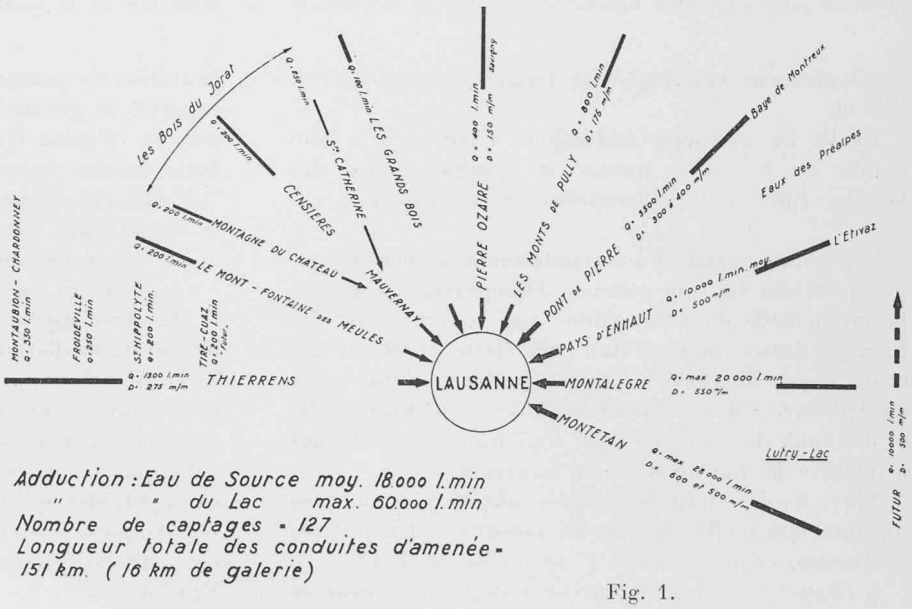

Fig. 1.

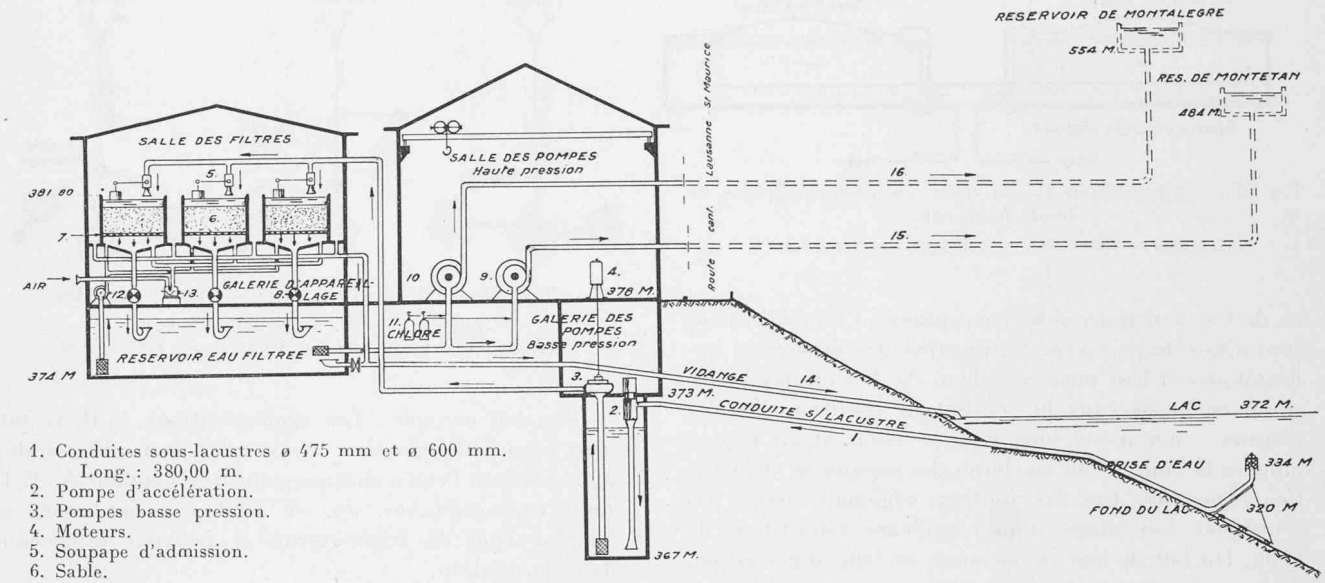

Fig. 2. — Schéma de la Station de pompage et de filtration, à Lutry. Puissance totale installée : 3800 CV.

1. Conduites sous-lacustres ø 475 mm et ø 600 mm. Long. : 380,00 m.
2. Pompe d'accélération.
3. Pompes basse pression.
4. Moteurs.
5. Soupape d'admission.
6. Sable.
7. Tuyères.
8. Régulateur de débit.
9. Pompes haute pression Montétan.
10. Pompes haute pression Montalègre.
11. Chloration.
12. Pompe de lavage des filtres.
13. Turbo-soufflante pour les filtres.
14. Conduite de vidange.
15. Conduite refoulem. Montétan, débit 28 000 l/min.
16. Conduite refoulem. Montalègre, débit 20 000 l/min.

Total en 1953		48 000 l/min.
	ou	69 000 m³ p. jour
Extension : 15 000 l/min.	ou	21 000 m³ p. jour
Possibilité future totale . .		90 000 m³ p. jour

L'eau du lac est siphonnée dans un puits par deux conduites sous-lacustres de 475 et 600 mm de diamètre.

Une pompe d'accélération, placée sur la plus petite des deux conduites, en augmente le débit.

Débit total : 25 000 + 40 000 = 65 000 litres/minute.

Des pompes dites « à basse pression », au nombre de 6, de 35 à 100 CV, élèvent l'eau sur les bassins de filtration, de 340 m² de surface.

L'eau traverse une couche de 1,30 m de sable quartzique très fin, dans lequel est retenu le « plancton », population animale et végétale de l'eau. C'est l'épuration mécanique.

L'eau s'écoule par des tuyères ou buses (on en compte 25 000) aux fentes très fines, ne laissant pas passer le sable. Elle est ensuite recueillie sous la couche de sable et est dirigée dans le réservoir d'eau filtrée.

Le sable des bassins de filtration s'encrasse après un ou plusieurs jours suivant le volume d'eau filtrée et la quantité de plancton contenue dans l'eau. Lorsqu'un bassin est colmaté, il est mis hors service et l'on procède au nettoyage du sable.

Pour ce faire, on refoule par pompage de l'eau filtrée sous la nappe de sable, ainsi que de l'air comprimé. La masse se soulève de quelques centimètres. Le sable est agité par l'air et l'eau et il se débarrasse des boues qu'il contient.

L'eau boueuse se déverse par-dessus le bord des bassins et tombe dans les canaux latéraux pour rejoindre la canalisation de vidange et la rive du lac.

Des pompes « à haute pression », au nombre de 6, de 340 à 600 CV, aspirent l'eau du réservoir d'eau filtrée et la refoulent à Lausanne dans deux conduites différentes, l'une qui aboutit au réservoir de Montétan (parc de Valency), l'autre à celui de Montalègre (chemin de Bellevue).

Sur les tuyaux d'aspiration des pompes à haute pression, on introduit du chlore à raison de 1 g pour 10 000 litres d'eau. C'est l'épuration chimique.

C'est au fur et à mesure des besoins de la consommation, que le niveau des réservoirs de Montétan et de Montalègre nous permet de contrôler, que l'on met en service une ou plusieurs pompes.

Les niveaux des réservoirs sont enregistrés à la station de pompage sur des appareils spéciaux, par transmission électrique à courant faible, des câbles souterrains reliant les réservoirs et la station de pompage.

développement, ces vingt-cinq dernières années spécialement.

De là, les multiples adductions d'eau qu'il a fallu établir au fur et à mesure de l'augmentation des besoins. Elles sont schématisées sur la figure 1.

Lausanne jouissait d'une réputation largement répandue pour ses eaux de sources. D'importants capitaux furent investis dans des adductions comme celles des Préalpes (eaux du Pont-de-Pierre (Baie de Montreux) et du Pays-d'Enhaut (L'Etivaz) ; celles du Jorat (eaux de Thierrens, Montaubion-Chardonney, de Froideville) et des eaux de sources — qui sont légion — jaillissant à quelque 10 km au nord de Lausanne.

Après avoir étudié les nappes phréatiques du pied du Jura, qui n'offrirent pas les garanties quantitatives suffisantes, on a recouru à l'eau du lac en 1932.

A l'heure actuelle, on procède à l'agrandissement de la station de pompage, à Lutry, pour en augmenter la capacité de production (est de Lausanne) et l'on envisage la création d'une nouvelle prise d'eau au lac, à Saint-Sulpice (ouest), figure 2.

L'adduction journalière sera bientôt de 100 000 m³ se répartissant comme suit en été :

Eaux de sources	30 000 m³
Eau du lac	70 000 m³

Le développement incessant de la ville et spécialement l'installation de systèmes de conditionnement d'air dans les constructions abritant des collectivités importantes confirment chaque jour que de nouveaux apports sont nécessaires.

Ce qui caractérise Lausanne, c'est la diversité de ses eaux potables, qui tirent leur origine de soubassements molassiques, d'alluvions fluvio-glaciaires du Plateau, des calcaires liasiques ou des flysch schisteux des Préalpes.

L'eau du lac a fait l'objet d'examens approfondis basés sur les études du naturaliste F.-A. Forel.

Aujourd'hui, les travaux de ce savant vont être repris. Un institut de recherches hydrobiologiques et limnologiques est en voie de création.

Il aura pour but de suivre l'évolution de la faune et de la flore, de procéder à des examens bactériologiques et chimiques systématiques.

Une lutte est ouverte, en général, contre la pollution des eaux des lacs qui, dans certains d'entre eux, domine l'autoépuration.

Ce n'est pas le cas pour le Léman. Cependant, il s'avère judicieux de s'intéresser à cette question dès à présent.

En ce qui concerne le Service des eaux (Direction des Services industriels de la Ville de Lausanne), l'examen bactériologique des eaux se fait hebdomadairement. Les résultats sont régulièrement conformes aux lois sanitaires.

Quelques résultats des analyses chimiques

L'examen chimique se fait trimestriellement et donne les résultats suivants :

Quelques résultats des analyses chimiques

Origine Détermination	molassique		alluvions fluvio-glac.		calcaire		lac	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
Température (degrés) . . .	5,2	8	6,2	10	4-8	6-11	6,5	9,4
Dureté totale (degrés français) .	12	16	22,5	23,5	17,5	28	13,5	19,5
Dureté passagère	11,5	13,5	20,5	21,2	14	18,5	10,7	15
Dureté permanente .	0,5	2,5	2	2,3	3,5	9,5	2,8	4,5
Oxydabilité (mgr/1) . .	1,86	4,60	1,63	3,29	2,18	2,9	2,31	3,95
Chlorures . . .	2	6	9	10	2,5	5	4,5	5
pH	7,5	8	7,25	8	7,5	8,2	7,55	8,25
Conductibilité	2,1	2,26	3,9	4,2	3,1	4,52	2,7	3,6

La minéralisation des eaux qui tirent leur origine de la molasse ne varie guère au cours des saisons.

Les précipitations atmosphériques n'ont pas, généralement, d'influence immédiate.

La plupart des sources sont sous bois ou forêts qui régularisent la pénétration de l'eau dans le sol et la température ambiante modérant le phénomène d'évaporation. La molasse est particulièrement siliceuse, donc faible minéralisation.

Les eaux des alluvions morainiques et fluvioglaciaires sont les plus stables. Une circulation souterraine est lente, voire capillaire dans certains cas.

Ces eaux sont, par contre, très minéralisées, car les éléments calcaires prédominent. L'apport des eaux pluviales se manifeste avec un décalage de quinze jours à deux mois, suivant les sources.

Quant aux eaux des Préalpes et celles du lac, elles sont immédiatement influencées par les eaux météoriques. Leur minéralisation est plus ou moins élevée suivant l'importance des précipitations. Elle est fonction de la vitesse de la circulation souterraine et du mode d'infiltration.

Cette observation s'applique spécialement aux exsurgences du Pays-d'Enhaut, dont le bassin d'alimentation est recouvert jusqu'au mois de juillet de névés qui ravitaillent le réseau des fissures du calcaire, puis est découvert jusqu'à l'hiver. Il n'y a alors que les précipitations atmosphériques pour maintenir la réserve souterraine. Celle-ci s'amenuise rapidement en période de sécheresse.

Ces eaux demandent une grande surveillance, une pollution étant toujours possible. Par précaution, elles sont épurées chimiquement au moyen du chlore (0,1 gr/m³ d'eau).

La source du Pont-de-Pierre est plus stable ; elle tire son origine d'un profond pli synclinal des Préalpes médianes.

La minéralisation des eaux du lac est aussi variable puisqu'elle dépend essentiellement du volume de ses affluents.

La pollution n'est guère à craindre, l'auto-épuration des couches supérieures assurant une certaine stabilité de composition dans les couches sous-adjacentes où l'eau est prélevée.

Cependant, elle est épurée physiquement et chimiquement.

Résultats
de l'examen physique et bactériologique des eaux du lac

Teneur en plancton, en mm³ pour 100 litres, en 1952 :

minimum : 175 maximum : 800

	Nombre de germes par cc minimum	maximum
Eau brute	20	430
Eau filtrée	3	37
Eau filtrée et chlorée . . .	1	30

L'épuration par le chlore est intéressante, à cause de son coût d'exploitation très bas : Fr. 0,05 par 1000 m³.

Contrôle des sources

Cinq stations pluviométriques, placées au cœur ou à proximité des zones d'alimentation des sources, permettent de contrôler ces dernières (fig. 3).

(Le coefficient d'infiltration est le rapport entre le volume annuel des précipitations et celui donné par les sources.)

Station n° 1 : Vers-chez-les-Blanc (Services industriels)
Le Jorat
TERRAINS MOLASSIQUES

Sources de la Montagne du Château, des Censières et de Sainte-Catherine (bassin du Rhin).
Altitude moyenne : 900,00 m.
Zone d'alimentation boisée, de 1,4 km².

Station n° 2 : Lausanne, Champ de l'Air (Etat de Vaud)
Les Monts de Pully
TERRAINS MORAINIQUES, GRAVELEUX ET SABLEUX

Sources des Cases (Bugnonnaz et Crottaz) : bassin du Rhône
Altitude : 760,00 m.
Zone d'alimentation partiellement boisée, de 2,3 km².

Station n° 3 : Thierrens (Services industriels)
(Bassin du Rhin)
TERRAINS FLUVIO-GLACIAIRES

Source de la Proveyse (bassin du Rhin).
Altitude : 770,00 m.
Zone d'alimentation partiellement boisée, de 4,3 km².

Station n° 4 : L'Etivaz (Services industriels)
Pays-d'Enhaut
TERRAINS CALCAIRES

Exsurgences des vallées de la Torneresse et de l'Eau-Froide (bassin du Rhin).
Altitude moyenne : 1350,00 m.
Zone d'alimentation découverte, de 10,2 km².

Station n° 5 : Les Avants
(E. P. F. : station scientifique de la Baie de Montreux)
TERRAINS CALCAIRES

Source du Pont-de-Pierre.
Altitude : 680,00 m.
Zone d'alimentation découverte, de 2,54 km².

Les observations ont été faites régulièrement et mensuellement depuis huit ans. On ne donne que les résultats annuels.

C'est insuffisant pour tirer des conclusions satisfaisantes, d'autant plus que les mesures hygrométriques, hydrographiques et d'insolation des régions intéressées font défaut.

Néanmoins, on constate que si la perméabilité du sol et la végétation qui le recouvre conduisent à des infiltrations différentes d'une région à l'autre, on déduit généralement que
le coefficient d'infiltration est inversement variable par rapport aux précipitations.

D'après le degré de saturation en eau du sol, un débit optimum des eaux souterraines peut être atteint. Une augmentation des précipitations n'a donc plus d'effet, à un moment donné, sur les sources. Tout le surplus des précipitations ruisselle en surface.

On trouve des coefficients différents pour des chutes pluviométriques égales. L'évaporation joue un rôle important ; elle dépend de la température moyenne du lieu, de l'altitude et des conditions climatiques.

Des observations complètes et rapprochées permettront d'établir des relations précises de causes à effets, de faire apparaître une modification éventuelle de la structure du sol, par exemple, et de voir dans l'ensemble si l'on se trouve en présence d'un cycle d'années favorables ou non pour les sources.

L'eau des sources a été amenée à Lausanne par gravité.

Les canalisations sont métalliques et en éternit, sous pression, refusant toute introduction d'eau superficielle. Leur diamètre varie de 150 à 600 mm.

Principales adductions :

Eaux du Pays-d'Enhaut . . .	60 km
Eaux du Pont-de-Pierre . . .	30 km
Eaux de Thierrens	25 km

Chaque canalisation d'amenée épouse un profil en long accidenté, dessinant des siphons allant jusqu'à 200,00 m de dénivellation.

Elle est interrompue tous les 4 à 5 km par des chambres de jauge permettant de mesurer et d'enregistrer le débit.

L'eau du lac est refoulée à Lausanne par deux canalisations, de 500-550 et 600 mm de diamètre, de 5 et 8 km de longueur.

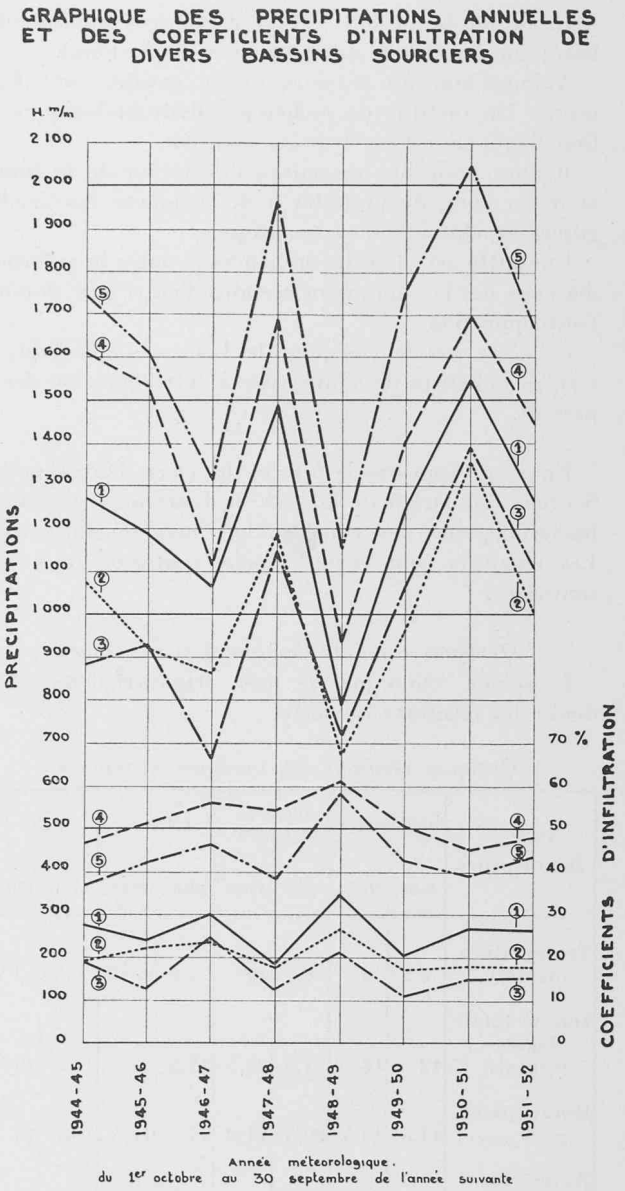

Fig. 3.

La hauteur dynamique est de 115,00 m pour l'une et de 190,00 m pour l'autre.

Chacune a fait l'objet d'une étude du coup de bélier, amorti par deux moyens :

1° les pompes sont munies d'un manchon-volant à grande inertie ;

2° une cloche à air est placée sur chaque conduite, au départ de la canalisation, à l'intérieur de la station de pompage.

Distribution

L'eau est distribuée sur un territoire de 40,9 km², déchiqueté, mouvementé, limité par le lac à l'altitude 375,00 m et les forêts du Jorat, à 875,00 m.

Il s'est peuplé irrégulièrement dès les trois collines qui caractérisent Lausanne, particulièrement vers l'ouest et présentement vers les banlieues dominant la ville.

Plusieurs sociétés privées prirent l'initiative, à la fin du XIXe siècle, d'amener et de distribuer l'eau potable.

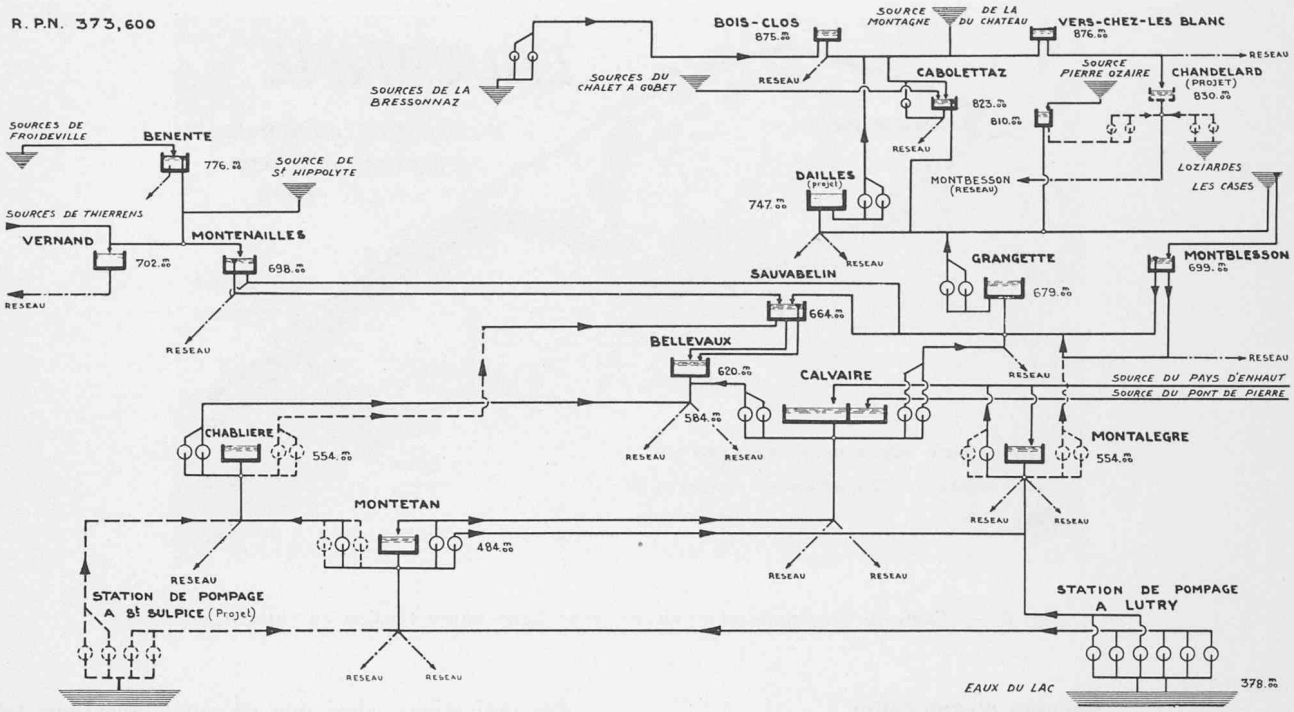

Fig. 4. — Schéma général des adductions d'eau potable.

Contenance des réservoirs = 39 250 m³

Bellevaux	2 700	Chablière	3 400	Montenailles	1 000
Bénenté	100	Chandelard (projet)	150	Montétan	3 400
Bois-Clos	300	Dailles (projet)	1 800	Sauvabelin	1 300
Cabolettaz	200	Grangette	3 750	Vernand	150
Calvaire I	12 200	Montalègre	4 200	Vers-chez-les-Blanc	100
Calvaire II	3 500	Montblesson	1 000		

Ces sociétés furent successivement achetées et municipalisées dès 1900. Il subsiste encore la Compagnie des Eaux du lac de Bret, qui distribue l'eau industrielle.

Dans ses limites géographiques extrêmes, Lausanne comprend aussi les hameaux de Vers-chez-les-Blanc, Chalet-à-Gobet, Montblesson, Grange-Neuve et Vernand, dont chacun a son propre réseau (fig. 4).

Seize réservoirs, de 100 à 12 000 m³ de contenance utile sont à la tête des réseaux de distribution.

Hormis les hameaux campagnards, le territoire est divisé en plusieurs étages, ayant chacun son réseau de distribution indépendant, mais intercommuté (réseau à système maillé), comportant des canalisations de 80 à 600 mm de diamètre, en tuyaux de fonte, acier et éternit.

Les pressions varient de 3 à 11 atm.

Les vitesses admises dans les canalisations de distribution varient de 1 à 1,5 m/sec.

D'anciennes installations sont à remplacer pour tenir compte des consommations de pointe, qui sont quatre fois supérieures et plus à la consommation moyenne.

Jusqu'en 1932, la distribution de l'eau se faisait uniquement par gravité, par l'intermédiaire de canalisations de trop-plein de réservoir à réservoir ou par des communications entre réseaux.

L'eau des sources ne couvrant plus la consommation, la part de l'eau du lac devint de plus en plus importante. De l'étage inférieur aux étages supérieurs, la distribution se fait en grande partie par refoulement.

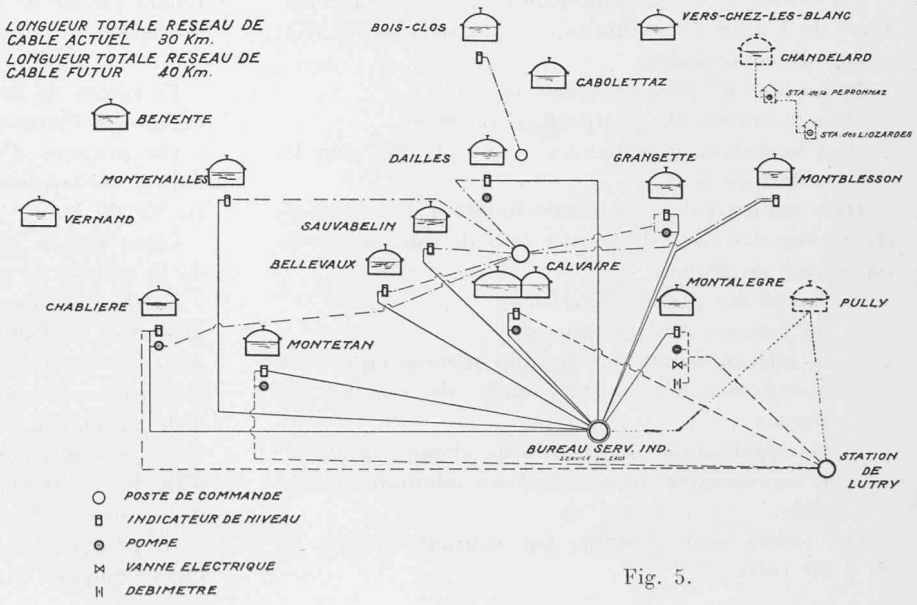

Fig. 5.

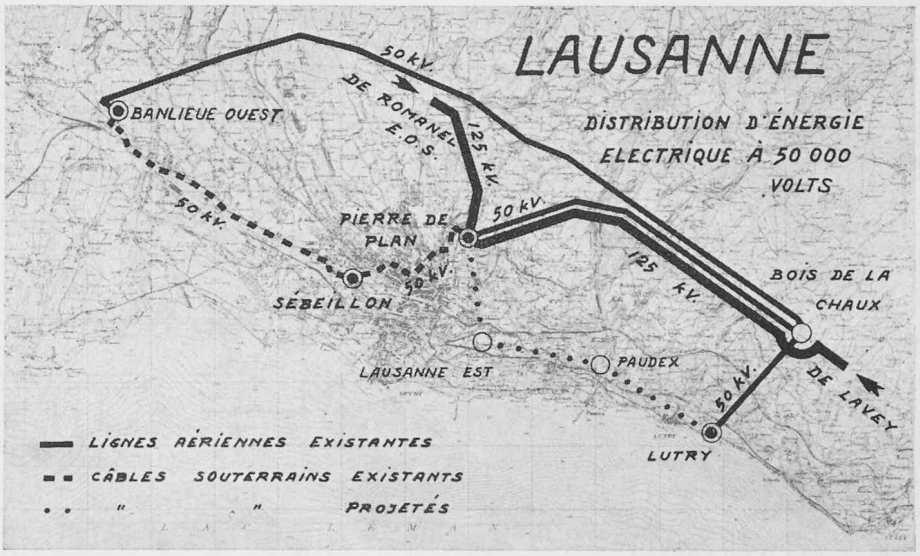

Fig. 6. — Carte de Lausanne et environs, avec ligne haute tension en surcharge.

Sécurité d'exploitation

La distribution d'eau par gravité, assurée par l'apport des sources, s'efface avec les années devant la distribution d'eau par refoulement, puisant ses ressources au lac.

Tant qu'il s'agissait de la première — système statique — il suffisait d'être renseigné sur les niveaux des réservoirs durant les heures de travail, pour éviter des erreurs d'exploitation.

Dans quelques réservoirs principaux, un appareil émetteur d'impulsions électriques positives ou négatives transmettait par câble à courant faible les niveaux ascendants ou descendants.

Aujourd'hui, la distribution d'eau étant dépendante de la station de pompage, à Lutry, et des stations de refoulement — en période chaude spécialement — elle exige un contrôle permanent de la marche des installations mécaniques et des niveaux d'eau de tous les réservoirs urbains (fig. 5).

Un réseau de câbles souterrains à plusieurs conducteurs de 1 mm² de section relie les installations à trois postes de commande :

1° au bureau, pour les ordres de jour ;
2° à la station de pompage, à Lutry ;
3° à la station de refoulement du Calvaire, pour les ordres de nuit.

Dans ces deux derniers postes habitent des employés du Service des eaux. Ils sont, à tour de rôle, hebdomadairement de piquet.

A chacun des postes aboutissent :

— les niveaux des réservoirs ;
— la télécommande des groupes moto-pompe, avec enregistrement de leur temps de marche (au bureau) ;
— la signalisation des pannes de chaque machine ;
— la signalisation du niveau d'eau minimum admissible.

Les ordres sont transmis par courant continu de 50 à 80 volts.

Ces indications, ainsi que les communications téléphoniques, sont dirigées, durant les heures de repos, à l'appartement de l'homme de service.

L'ensemble constitue un dispositif de sécurité indispensable, aucun arrêt d'eau n'étant toléré (sauf les cas isolés et fortuits, bien entendu).

* * *

La fourniture de l'énergie électrique pour les stations de pompage et de refoulement est assurée par le Service de l'électricité (Direction des Services industriels de Lausanne).

La station de pompage, à Lutry, est équipée de deux transformateurs 50 000/500 volts, dont les puissances sont respectivement de 2200 et 1500 kVA.

La ligne à 50 000 V qui les alimente est dérivée sur un poste de couplage sis aux Monts de Lutry (Bois de la Chaux), intercalée dans une boucle à 50 000 V reliant l'usine de Pierre-de-Plan aux stations de transformation « Banlieue-Ouest » et « Sébeillon » (fig. 6).

Ce réseau de 50 000 V a son point d'alimentation à l'usine de Pierre-de-Plan.

On projette d'établir ultérieurement une nouvelle liaison souterraine Pierre-de-Plan/Lutry par Paudex, en 50 000 V.

Cette liaison complétera la sécurité d'alimentation de la station de pompage, à Lutry.

En ce qui concerne les stations de refoulement de Montétan - Chablière - Montalègre - Calvaire - Grangettes et Dailles (projet), leur alimentation en énergie électrique est assurée, sous 380 V, par les réseaux de distribution qui desservent les abonnés lausannois.

Ces réseaux comprennent des câbles souterrains à 6400 V, des stations de transformation 6400/380 V et des câbles à 380 V.

La plupart des stations de refoulement sont précisément équipées de transformateurs 6400/380 V.