

Distribution d'eau de Lausanne: influence du mouvement de la consommation sur le niveau piézométrique du réseau des eaux de Lausanne

Autor(en): **Muyden, A. van**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes**

Band (Jahr): **9 (1883)**

Heft 4

PDF erstellt am: **09.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-10343>

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.

tagnardes, auxquelles incombent, outre les frais d'entretien de leurs canaux, les charges résultant de la correction des torrents. Certains bisses cependant appartiennent à des communes de la plaine, grevées de leur côté des frais d'endiguement du Rhône et de ses affluents et en outre des canaux de dessèchement et d'irrigation. Les soins qu'elles apportent à leurs bisses n'en sont donc que plus méritoires.

Dans les pages qui précèdent nous avons fait voir que la majeure partie de la population montagnarde du Valais dépend pour toute son existence des canaux d'irrigation, sans lesquels elle ne pourrait entretenir qu'une beaucoup plus faible quantité de bétail. Mais ces travaux profitent aussi aux habitants de la plaine, en permettant de cultiver la vigne dans des localités dont le sol aride et pierreux se refuse à toute autre culture. Quels que grands que soient les avantages de ces aqueducs, il ne faut cependant pas oublier que le reboisement rationnel des flancs des montagnes permettrait de supprimer une partie des bisses, et de se décharger de leurs frais d'entretien souvent assez onéreux.

On conçoit, en effet, qu'à une certaine zone de hauteur le reboisement rendrait à l'atmosphère le degré d'humidité voulu et favoriserait le retour des pluies dans ce climat torride. Comme il n'est cependant pas possible de reboiser toute la région forestière, parce que les communes montagnardes ont besoin de pâturages pour leur bétail, les bisses rendront toujours d'excellents services aux altitudes de 2000 à 2100 mètres. Il faut aussi absolument conserver les aqueducs qui arrosent les régions inférieures, car on ne saurait se passer des irrigations artificielles, par le fait de la rareté des pluies qui ne tombent d'ailleurs pas toujours au moment où l'on en aurait le plus besoin.

Ce qui vient d'être dit sur les canaux d'irrigation et sur les endiguements exécutés en Valais fera connaître et apprécier, nous l'espérons, l'énergie et l'intelligence déployées par les populations montagnardes de ce canton. Si ces pages peuvent ainsi contribuer à faire grandir ces braves confédérés valaisans dans l'estime de ceux d'autres cantons, où l'on se vante d'une instruction plus avancée, nous nous féliciterons d'avoir atteint le but supérieur auquel visait notre travail, à côté des renseignements techniques que nous avons désiré fournir au bulletin de notre Société.

DISTRIBUTION D'EAU DE LAUSANNE

INFLUENCE DU MOUVEMENT DE LA CONSOMMATION SUR LE NIVEAU PIÉZOMÉTRIQUE DU RÉSEAU DES EAUX DE LAUSANNE

(Deux planches.)

par A. VAN MUYDEN, ingénieur,
directeur de l'exploitation des Eaux de Lausanne.

Le réseau de distribution desservi par la Société des Eaux de Lausanne, le seul dont nous nous occupons ici (source du Pont-de-Pierre et anciennes sources de la ville réunies), comprend :

1° Une artère principale de ceinture, du diamètre uniforme de 18 cm.; conduite fermée de 3800 m. d'amplitude totale, composée de deux branches jumelles sur un parcours de

700 m. au départ et d'un circuit de ceinture proprement dit de 2400 m. de développement. Les branches jumelles communiquent séparément avec le réservoir; l'artère est donc alimentée directement à ses deux extrémités.

2° Des tuyaux répartiteurs de 12 et 10 cm. de diamètre, reliant sur trois points l'artère de ceinture.

3° Un système de branchements secondaires de 12, 10, 8 et 5 cm. de diamètre, partant des répartiteurs et de l'artère principale, pour se ramifier dans les divers quartiers de la ville et de sa banlieue et alimenter les tuyaux de service proprement dits desservant les services public et privé¹.

Pour se rendre compte du volume consommé à différentes heures d'une journée et tracer une courbe représentative du mouvement journalier, on a disposé à l'extrémité aval de la section comprise entre le réservoir et le départ du circuit de ceinture proprement dit, deux manomètres à grande échelle, gradués en hauteur d'eau. Les deux branches n'effectuant sur ce parcours qu'un service de route insignifiant, on peut facilement déduire des pertes de charge en ce point, au moyen de la formule de Darcy, les variations de l'appel d'eau des deux tuyaux à l'origine.

La saison des chaleurs, très tempérée pendant le mois de juillet 1883, n'ayant engendré que peu d'abus d'eau de la part des abonnés à robinet libre, on a pu, à ce point de vue, considérer le relevé de la journée du 18 juillet, prise ici à titre d'exemple, comme répondant aux conditions moyennes du mouvement de la consommation journalière.

L'arrosage public avait été suspendu pendant la durée des expériences, afin d'éliminer un élément d'incertitude dans la discussion des résultats.

¹ Le tableau suivant résume la situation générale de la ville de Lausanne, au point de vue de son alimentation d'eau; nous l'indiquons ici pour mémoire.

	Litres par minute.	Mètres cubes par 24 heures.
1° Eaux potables.		
Eaux de Lausanne (à l'exception des deux fontaines b :		
a) Sources municipales, débit évalué officiellement, en 1871 à 1386 litres par minute	1 456	2 096
b) Deux fontaines publiques, desservies par des dérivations spéciales, 70 litres par minute		
c) Source du Pont-de-Pierre, volume dû suivant convention avec la ville	2 700	3 888
Société des Eaux de Moilles-ès-Donnes (ancienne entreprise locale)	225	324
Société des Eaux de Pierre-Ozairé	660	950
	5 041	7 258
2° Eaux motrices et d'industrie.		
Compagnie de chemin de fer Lausanne-Ouchy et Eaux de Bret (en dehors du service du moteur du chemin de fer funiculaire L.-O.), environ		10 000
		17 258 m. c.
Soit pour une population de trente mille âmes :		
Eaux potables	240 litres par tête et par 24 heures.	
Eaux motrices et d'industrie . 333 »	»	»
Total	573 »	»

Le thermomètre de l'observatoire de Lausanne marquait à cette date

}	à 7 h. du matin, 14°
	à 1 h. du soir, 15° ⁴
	à 9 h. du soir, 14° ³

Le volume réel de l'alimentation était supérieur, le 18 juillet, au chiffre normal de 4086 litres par minute porté sur le tableau de la planche I.

La pression piézométrique a été relevée simultanément sur les deux branches, de quart d'heure en quart d'heure, entre quatre heures du matin et minuit. Les débits correspondants, portés en ordonnées sur l'axe des temps, dessinent sur la figure de la planche I les courbes de dépense des deux branches; et ces mêmes ordonnées, sommées deux à deux, la courbe du mouvement journalier total.

Les deux rectangles inscrits dans la surface qui représente sur la figure le volume total de la dépense journalière, indiquent les volumes d'eau nominaux attribués au service privé et au service public, d'après les polices d'abonnement et la convention établie entre la Société et la ville.

La ligne de charge d'une conduite distingue deux parties: le service d'extrémité et le service de route.

Pour l'artère de ceinture des eaux de Lausanne, le service d'extrémité comprend les deux branches jumelles puisant l'eau au réservoir plus le départ du parcours de ceinture proprement dit (pl. II, fig. 2); et le service de route, la section qui dessert (entre les points aval du service d'extrémité) les tuyaux répartiteurs, les branchements secondaires et les tuyaux de service alimentés sur son parcours.

La ligne de charge correspondant au service d'extrémité est une ligne droite de la forme:

$$y = j l = \frac{l Q^2}{K^2 d^5}$$

expression dérivée de la formule de Darcy.

où Q désigne le débit total de la conduite d'amenée, en litres par secondes.

d le diamètre en centimètres (18 cm.),

j la perte de charge exprimée en millimètres par mètre,

K un coefficient fonction du diamètre (pour $d = 18$ cm. on a $K = 0,00513$).

l la longueur en mètres de la section considérée.

La ligne de charge correspondant au service de route est: ou bien une ligne polygonale, calculée par éléments successifs (formule précédente), si on fractionne la conduite en un certain nombre de sections, chaque section étant considérée isolément et traitée comme ayant à satisfaire un service d'extrémité — ou bien une courbe continue (parabole du troisième degré) de la forme:

$$y = \frac{Q^2}{K^2 d^5 l^2} \cdot \frac{x^3}{3},$$

si le service de route est uniforme, c'est-à-dire si on admet que la conduite abandonne par mètre courant un volume constant.

Dans cette formule, x représente la distance d'un point quelconque à l'origine de la section considérée.

Ceci posé, on est parti dans cette étude des suppositions suivantes qui, à défaut d'être rigoureusement d'accord avec les

faits, réalisent tout au moins, dans leur ensemble, une expression plus approchée de la ligne de charge de l'artère que la série des hypothèses imposées par la théorie du fractionnement du service de route:

1° On a admis, à la suite d'expériences manométriques comparatives et de quelques tâtonnements, que le point de rencontre des deux courants de ceinture, c'est-à-dire le point où les vitesses opposées d'écoulement se font équilibre, coïncide sensiblement avec le départ du branchement secondaire de la rue Saint-Laurent, correspondant au point kilométrique 1,840 du profil en long de l'artère — et les deux branches ont été traitées séparément comme si elles étaient fermées en ce point.

2° Ce point déterminé, le service des deux branches comprend sensiblement, savoir:

Branche de gauche	{	Service d'extrémité (au départ) 760 m.	} 1840 m.
		Service de route supposé uniformément réparti 1080 m.	
Branche de droite	{	Service d'extrémité (au départ) 1130 m.	} 1960 m.
		Service de route, supposé uniformément réparti 830 m.	
			Ensemble 3800 m.

3° On a admis, en outre, pour le rapport de l'appel d'eau des deux branches au réservoir, la valeur moyenne indiquée par les expériences manométriques précitées, savoir:

$$q_1 = 0,53 \cdot Q$$

$$q_2 = 0,47 \cdot Q,$$

Dans ces conditions, la ligne de charge correspondant à un débit donné est représentée sur le profil en long par deux lignes obliques raccordées par deux arcs de parabole formant une courbe continue, dont le point d'inflexion (sommet des deux arcs) correspond au point kilométrique 1,840 du profil (pl. II).

Il est à remarquer que si on isole par une double manœuvre de robinets-vannes la conduite de ceinture et le groupe des tuyaux répartiteurs qui relie les deux branches, on relève la ligne de charge de l'une des branches aux dépens de l'autre, et qu'en déterminant convenablement les points de fermeture on peut obtenir pour résultat, en cas d'appel d'eau exceptionnel amenant une dépression sensible de la ligne de charge (notamment en cas d'incendie), d'augmenter singulièrement la pression piézométrique et le volume d'eau disponible en un point quelconque du réseau. Le tracé figuré en rouge sur l'épure se rapporte à une combinaison qui se proposerait de scinder l'ensemble du réseau en *haut service* (dont on relèverait la ligne de charge d'une douzaine de mètres, à l'usage des quartiers de la Cité et de la Pontaise) et *service moyen*, sans affaiblir outre mesure ce dernier. Dans l'hypothèse du tracé rouge, le rapport moyen des deux débits, déterminé manométriquement, a indiqué:

$$\text{Branche de gauche, } q_3 = 0,65 \cdot Q$$

$$\text{Branche de droite, } q_4 = 0,35 \cdot Q.$$

Le tracé de la planche I indique pour une journée moyenne, arrosages publics non compris:

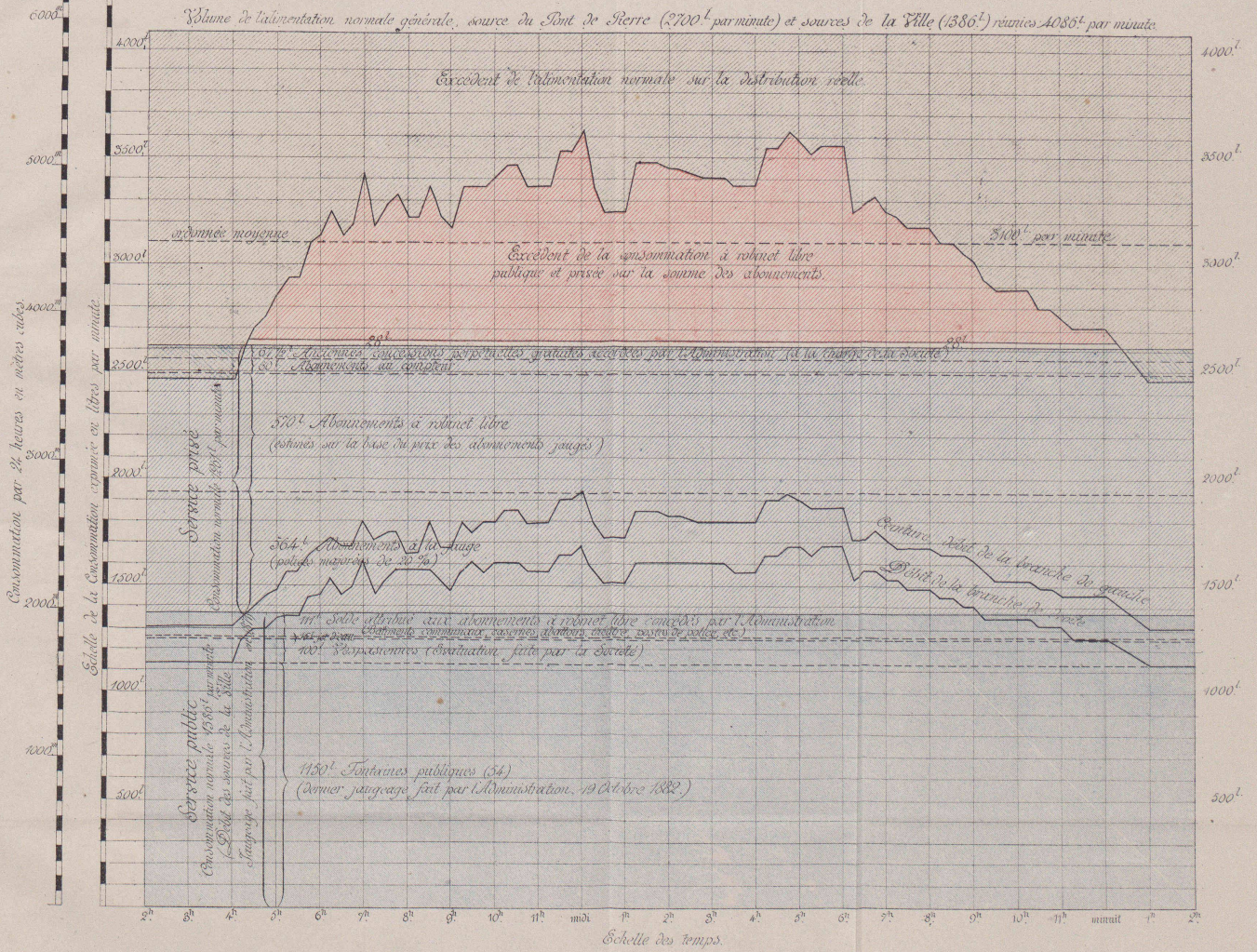
1° 3100 litres par minute (soit 4500 m. c. par 24 heures), pour la consommation réelle totale.

2° 2600 litres par minute, pour l'appel minimum (entre minuit et 4 heures du matin).

3° 3600 litres par minute, pour l'appel maximum (entre 11 heures et midi et 1 à 6 heures du soir).

EAUX DE LAUSANNE

Mouvement journalier de la distribution, arrosages publics non compris Relevé du 18 Juillet 1883, considéré comme type moyen



A. B. S. 1883

Seite / page

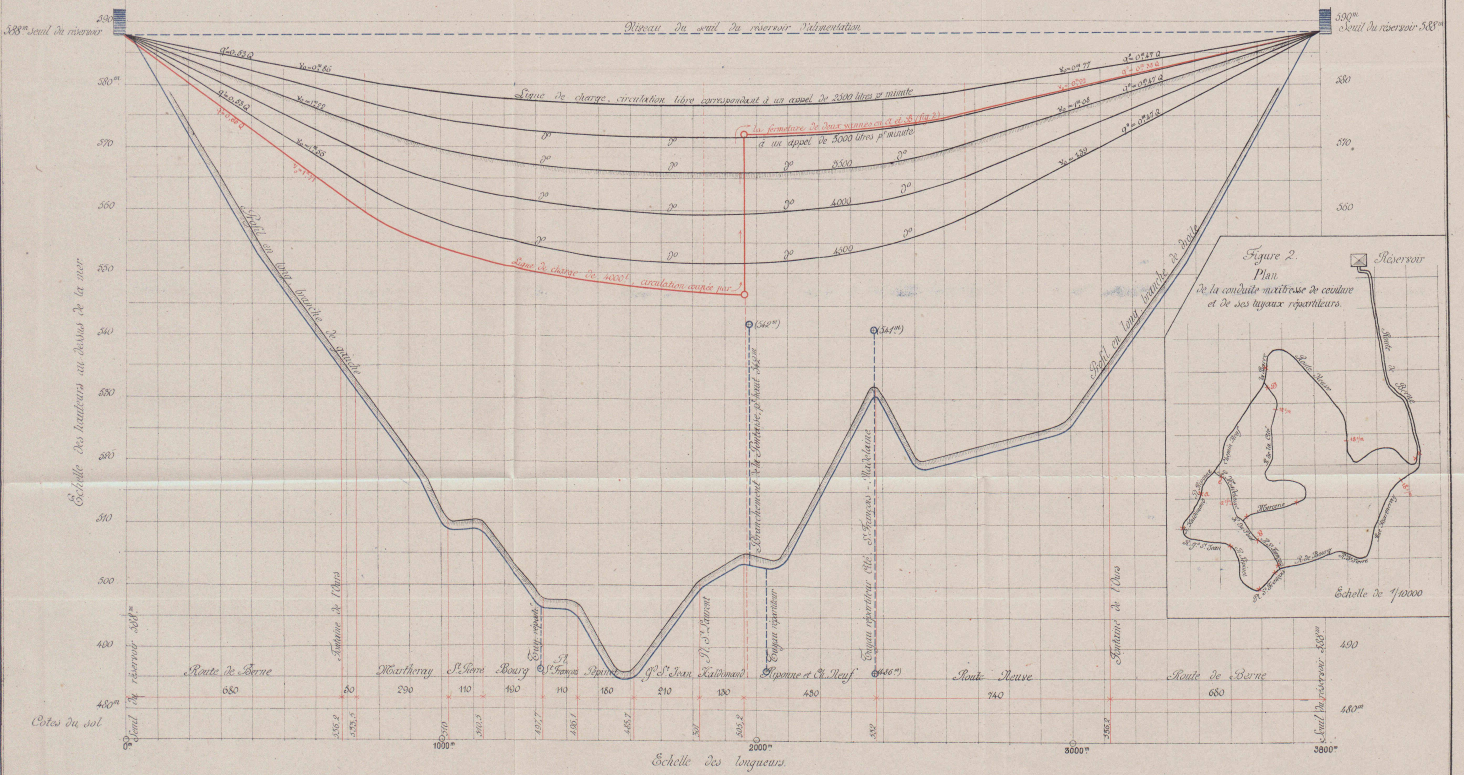
leer / vide /
blank

EAUX DE LAUSANNE

Artère principale de ceinture

Tracé des hauteurs piézométriques correspondant à divers débits (2500 à 4500 litres par minute)

Echelle { hauteurs 0,002
longueurs 0,0001



Seite / page

leer / vide /
blank

Lecture de l'épure de la planche II.

APPEL D'EAU exprimé en litres par minute.	PRESSION PIÉZOMÉTRIQUE EN DIVERS POINTS DE L'ARTÈRE DE CEINTURE correspondant à des débits totaux variant de 2500 à 4500 litres par minute.								PERTE DE CHARGE totale de la conduite maîtresse de ceinture. Point kilométrique 1,840 (Place St-Laurent)
	Fontaine de l'Ours branche gauche Alt. 536 m.	Rue St-Pierre Alt. 510 m.	Place St-François Alt. 497 m.	Place Centrale Alt. 486 m.	Pl. St-Laurent Alt. 504 m.	Pl. de la Riponne Alt. 505 m.	Place de la Barre Alt. 532 m.	Fontaine de l'Ours branche droite Alt. 536 m.	
0	* 52 m.	* 78 m.	* 91 m.	* 102 m.	* 87 m.	* 83 m.	* 56 m.	* 52 m.	0 m.
2500	45	68	80	91	76	72	46	46.5	11,5
3000	42	63.5	75	86	71	67	41	44	16,5
3500	38.5	58.5	69.5	80	65	61	35.5	41	22,—
4000	34.5	52.5	63	73.5	58.5	54.5	29	38	28,5
4500	30	46	56	66.5	51	47	22	34.5	36,5

* Hauteur du seuil du réservoir au-dessus du sol sur le tracé du profil en long de la conduite.

L'amplitude des variations piézométriques entre les limites de débit de 2600 et 3600 litres, est de 10^m,50 au point du parcours où la perte de charge est à son maximum, soit au sommet de la parabole de charge (place Saint-Laurent).

On peut admettre, d'autre part, qu'une bouche d'arrosage débitant 500 litres par minute à un point quelconque du réseau, abaisse, en moyenne, de 6 m. le sommet de la parabole de charge. On en conclut, à l'inspection de l'épure de la pl. II, que pendant la période des fortes consommations journalières des mois de juin, juillet et août, les arrosages publics doivent, autant que possible, être limités aux heures du matin, afin d'éviter que la production simultanée de toutes les causes de dépense qui se rencontrent sur le parcours de la conduite, n'abaisse momentanément, le cas échéant, la ligne de charge au-dessous des orifices assujettis aux éventualités des faibles pressions.

L'épure permet de déterminer directement, avec une approximation suffisante pour les exigences du service courant, les conditions hydrauliques du système de branchements secondaires compris dans le périmètre urbain proprement dit. Le calcul montre ici, en effet, que si l'on fait abstraction de la perte de charge apportée à un branchement par l'appel d'une bouche à eau placée sur son parcours, la charge absorbée par la faible vitesse ordinaire de l'eau dans les branchements secondaires peut généralement, pour ce périmètre, être négligée dans l'application.

La pression piézométrique au départ d'un tuyau de service privé alimenté par un branchement secondaire, équivaut donc sensiblement, dans ces conditions, en négligeant les résistances accessoires, à la pression piézométrique de la conduite maîtresse de ceinture à l'origine du branchement secondaire, diminuée ou augmentée de la différence de niveau entre les deux points considérés.

Par contre, en étudiant les éléments d'une distribution privée, il y a lieu — pour peu surtout que les conditions de niveau soient défavorables — de tenir compte de la charge absorbée par la vitesse d'écoulement, souvent exagérée, des tuyaux de service alimentant des robinets libres. On explique, en effet, aisément certaines anomalies de débit, plus apparentes que réelles, en observant, avec la formule¹, que les pertes de charge

$$^1 Q = k \sqrt{d^5 j}.$$

varient avec la cinquième puissance des diamètres et les débits avec la $\left(\frac{5}{2}\right)^{\text{me}}$ puissance — fait dont les installations privées n'ont pas toujours suffisamment tenu compte : L'abonné croit volontiers à un défaut de pression de la conduite publique ou à un manque d'eau, alors qu'il existe un vice de construction provenant soit d'une colonne montante de trop faible diamètre soit de robinets de puisage inférieurs à section exagérée, affaissant les robinets supérieurs.

On a fait ressortir sur la figure (pl. II) le départ et le point extrême des branchements secondaires alimentant les deux points hauts du réseau. L'épure montre que la production simultanée de dépenses exceptionnelles en ville expose ces points à des intermittences de distribution; les abonnés des quartiers de la Cité et de la Pontaise qui veulent se mettre à l'abri de ces éventualités doivent, en conséquence, donner la préférence au système d'abonnement à écoulement continu avec réservoir régulateur (le réservoir emmagasinant l'eau pendant les heures de forte et moyenne pression), plutôt qu'au système à robinet libre.

L'épure fournit enfin des indications au sujet de l'altitude qu'il conviendrait d'assigner éventuellement à un réservoir d'extrémité (coteau de la Pontaise) si la construction de cet utile accessoire d'un service de distribution d'eau venait à être justifiée, dans l'avenir, pour resserrer entre des limites plus étroites les variations piézométriques du réseau¹.

¹ Les réservoirs d'extrémité ou intermédiaires ont pour fonction de s'alimenter automatiquement pendant le chômage d'une partie des services (principalement la nuit) et d'augmenter sensiblement la charge disponible en contribuant à satisfaire aux besoins dans le moment de leur plus grande exigence. On fixe l'altitude du réservoir (détermination d'ailleurs délicate) en posant comme condition qu'il tendra d'une part à se remplir lorsque la consommation en ville sera inférieure à certaines limites; d'autre part à alimenter en retour la conduite lorsque la consommation dépassera ces mêmes limites.

TRACTION SUR CHEMIN DE FER

Nous nous proposons d'examiner ici la question de savoir quelle rampe il faut donner à une ligne ferrée, parcourant un terrain incliné, afin que le travail requis pour le trafic le long de la ligne soit un minimum, et ce qui en découle évidemment, que le trafic possible en un temps déterminé soit le maximum.