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

Band: 20 (1894)

Heft: 1

Artikel: La distribution d'eau de Lausanne et la purification des eaux alimentaires

Autor: Muyden, A. van

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-18221

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: 14.07.2025

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

20e ANNÉE 1894 N° 1

BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

PARAISSANT A LAUSANNE 8 FOIS PAR AN

Administration : Place de la Louve.
(GEORGES BRIDEL & Cie éditeurs.)

Rédaction : Rue Pépinet, 1.
(M. A. VAN MUYDEN, ing.)

Sommaire : La distribution d'eau de Lausanne et la purification des eaux alimentaires, par A. van Muyden, ingénieur. — Résistance des matériaux de construction, par J. Orpiszewki, ingénieur. — Application de l'électricité au chauffage, faite au chemin de fer électrique du Salève, par Paul Dapples, ingénieur. — Société vaudoise des ingénieurs et des architectes. Rapport du président à l'assemblée générale du 17 mars 1894. — Concours pour la transmision électrique à Neuchâtel des forces motrices de la Reuse. — Barrages et murs de réservoirs : rectification.

LA DISTRIBUTION D'EAU DE LAUSANNE

ET LA

PURIFICATION DES EAUX ALIMENTAIRES [1]

par A. VAN MUYDEN, ingénieur.

La ville de Lausanne souffre chaque été, depuis quelques années, d'une disette d'eau qui met la patience de ses habitants à une dure épreuve.

Comment remédier à une situation aussi anormale ?

Les esprits sont divisés sur ce point :

Les uns, attribuent les disettes périodiques à une distribution prodigue à robinet libre et demandent qu'on réforme résolument le système ; à l'exemple des villes qui, débordées, comme Lausanne, par des abus de consommation, ont supprimé l'abonnement à discrétion.

Ils font remarquer que les sources du Pont-de-Pierre, du Chalet-à-Gobet, du Mont, de Montmoiret, des Monts-de-Pully, des Cases, de Saint-Hippolyte, de Pierre-Ozaire, de Moille-ès-Donnes, etc., amènent à Lausanne un volume d'eau potable d'environ 5000 litres par minute, représentant, pour une agglomération de 35 000 âmes, 200 litres par tête et par 24 heures et que les Eaux-de-Bret en fournissent encore plus du double au service public et à l'industrie.

A ce compte, bien des villes pourraient envier à Lausanne son module d'alimentation, sinon son système de distribution.

D'autres, voudraient qu'au lieu de chercher à combattre le gaspillage, on s'arrange, coûte que coûte, à y faire face ; de façon à ce que chacun puisse dépenser sans compter....

Je ne veux pas m'engager ici à fond dans ce début, la question a déjà fait couler des flots d'encre sous la forme de brochures, d'articles de journaux, de rapports au Conseil communal et de consultations techniques. De nouveaux projets d'adduction intéressants sont d'ailleurs à l'étude, qui seront exposés sous peu.

En attendant et avant que la crise prochaine passionne à nouveau l'opinion, je signale une solution qui résoudrait le problème à peu de frais et relativement à bref délai ; deux considérations qui ont leur valeur si l'on considère, d'un côté, les grands intérêts pécuniaires en jeu, publics et privés, et, de l'autre, la nécessité d'aviser sans tarder à reconquérir une distribution d'eau normale.

Le progrès des études bactériologiques et les expériences de laboratoire faites par le contrôle cantonal vaudois des boissons et denrées, ont modifié quelque peu le jugement porté naguère sur la valeur relative des diverses natures d'eau amenées à Lausanne. Aux yeux d'hommes compétents, certaines dérivations de sources ont perdu quelque chose de leur ancienne réputation de salubrité et les eaux du lac de Bret, par contre, ont gagné du terrain à ce point de vue. Il semble donc que si l'on disposait d'un procédé pratique d'assainissement en grand, il serait possible de restituer aux eaux de Bret un degré de pureté qui leur ferait supporter la comparaison avec les eaux potables livrées à la consommation.

Le filtrage ordinaire au sable n'est pas toujours efficace ; son action sur les matières organiques en dissolution est incertaine ; en outre, il exige un emplacement considérable et comporte une manipulation coûteuse.

L'influence assainissante du fer spongieux a fait ses preuves en petit ; mais, jusqu'ici, elle se heurtait à des difficultés insurmontables dès qu'il s'agissait de traiter un volume d'eau considérable. Une modification très heureuse du procédé, due à un ingénieur anglais, M. Anderson, paraît enfin devoir consacrer son emploi pour le service des villes alimentées par des eaux dont la qualité a été altérée par les influences extérieures.

Le nouvel appareil, dit *purificateur rotatif ou revolver Anderson,* a été l'objet d'expériences en grand très démonstratives, faites en Belgique, en Angleterre, en Hollande et en France. Le procédé a été appliqué industriellement pour la première fois en 1885 par le service des eaux de la ville d'Anvers, où une grande batterie de revolvers traite actuellement la tota-

[1] Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris pour l'année 1894 : Dr P. Miquel. Quinzième mémoire sur les poussières organisées de l'air et des eaux, § II. Analyse micrographique des eaux. *Purification de l'eau de la Seine par le procédé Anderson.*

La purification des eaux par le fer métallique dans le purificateur rotatif Anderson. Résultats de trois années de pratique, par E. Devonshire, membre associé de l'Institution des ingénieurs civils d'Angleterre, ingénieur-directeur des travaux d'eau d'Anvers. Gand, 1889. Imprimerie A. Hoste. Une brochure de 68 pages avec planches.

lité du volume de la distribution publique. La Compagnie générale des eaux de France l'a adopté et appliqué à plusieurs usines de distribution d'eau. notamment à Boulogne sur Seine.

Le procédé Anderson consiste à brasser l'eau à épurer avec du fer à l'état de granules métalliques, dans un cylindre horizontal animé d'un mouvement lent de rotation. Le contact du fer et de l'eau dure de trois et demi à cinq minutes, suivant les circonstances ; puis l'eau est aérée pour oxyder les sels de fer qui se sont formés dans le revolver et les transformer en sels insolubles. On fait enfin déposer par décantation, dans un couloir, la plus grande partie de ces composés insolubles et on retient le reste par un filtrage mécanique rapide où le sable ne joue que le rôle de support.

L'action du fer, dans ce procédé, paraît être réductrice d'abord, pour devenir oxydante lorsque l'eau quitte l'appareil : l'acide carbonique contenu dans l'eau à traiter, attaque le métal et forme du carbonate de fer ; exposé à l'air, le carbonate ferreux s'oxyde et passe à l'état d'oxyde ferreux insoluble, l'acide carbonique étant éliminé et se dégageant à l'état de gaz. Une aération convenable, après purification, est donc nécessaire pour parfaire l'opération. L'aération peut se faire soit par insufflation dans l'appareil, soit en faisant retomber l'eau en cascade à sa sortie. Un effet intéressant du traitement est de clarifier les eaux troubles et de leur enlever la couleur opalescente, jaune ou brune due aux matières organiques dissoutes.

Le nettoyage des filtres est facile, de courte durée et économique ; le dépôt des composés de fer constitue le véritable agent et, lorsque le lit filtrant est engorgé au point de ralentir outre mesure le passage de l'eau, il suffit d'enlever au rabot la couche superficielle ou de laver le dépôt au moyen d'un jet d'eau, à la lance, qui l'entraîne et l'évacue par des orifices de vidange.

Une note insérée à l'*Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour l'année 1894* (page 581) consigne une série d'expériences faites à Paris en 1892 et 1893 par le Laboratoire micrographique de l'Observatoire sur l'invitation de la Direction des affaires départementales. Cette note conclut ainsi : « Le procédé Anderson modifié et exploité à l'usine de Boulogne retient en moyenne 99 $^1/_2$ sur cent bactéries des eaux qu'on y dirige ; ces résultats sont certainement très encourageants, car on voit qu'avec une eau très impure, comme est l'eau de Seine au pont de Sèvres, il est possible de la débarrasser industriellement de la majeure partie des bactéries et de lui donner une composition micrographique se rapprochant beaucoup de celle des eaux de sources. »

A la suite des essais, le département de la Seine a décidé d'appliquer le procédé aux trois usines hydrauliques de Choisy-le-Roi, de Neuilly-sur-Marne et de Nogent-sur-Marme, représentant une production journalière de 70 000 mètres cubes (soit 48 400 litres par minute), de façon à épurer la totalité des eaux de rivière, puisées en amont de Paris, à distribuer à cinquante-quatre communes de la banlieue parisienne. Par son traité avec le Département, la compagnie concessionnaire a pris l'engagement suivant (Convention du 20 janvier 1894, art. 7.) : « Le fonctionnement des appareils d'épuration et de filtrage sera réglé de telle façon qu'en aucun cas la réduction du nombre des colonies contenues dans l'eau ne soit inférieure à 99.6 $^0/_0$ (quatre-vingt-dix-neuf six pour cent), sans toutefois qu'on puisse exiger une teneur en colonies inférieures à 400 par centimètre cube [1]. » L'amortissement du capital et l'entretien des installations sont réglés à forfait par une redevance d'un centime supplémentaire par mètre cube distribué.

Le tableau ci-dessous indique, d'après M. Devonshire, directeur des eaux d'Anvers, les dimensions et le débit des appareils Anderson, tels qu'ils sont actuellement construits pour l'industrie.

[1] Les eaux de la Vanne (eau de source) contiennent en moyenne 1250 colonies par centimètre cube.

Diamètre des tuyaux d'entrée et de sortie exprimés en pouces anglais.	Capacité du cylindre.	DÉBIT PAR MINUTE avec $3^1/_2$ min. de contact.	DÉBIT PAR MINUTE avec 5 minutes de contact.	Surface requise pour un filtre débitant $2^3/_4$ lit. par minute et par m. carré.	Charge de fer métallique.	Force motrice.	Espace occupé par l'appareil complet
p.	litres	litres	litres	m².	kg.	chevaux	m. m.
1	68	20	14	7.5	13	0.02	1.65 × 0.50
1 $^1/_2$	180	40	28	14.4	27	0.03	2.10 × 0.60
2	277	80	56	28.6	44	0.04	2.45 × 1.05
2 $^1/_2$	436	125	88	44.8	69	0.05	3.00 × 1.05
3	626	190	135	64.4	101	0.08	3.00 × 1.60
4	1117	320	225	114.8	178	0.13	3.35 × 1.75
5	1730	500	350	177.9	279	0.17	4.40 × 1.75
6	2615	750	525	268.9	406	0.20	4.75 × 2.30
7	3500	1000	700	380	538	0.23	5.80 × 2.30
8	4440	1300	900	456.6	710	0.30	5.80 × 2.50
9	5843	1600	1100	600	893	0.40	6.70 × 2.50
10	7668	2000	1400	788.7	1116	0.50	7.15 × 2.50
12	10528	3000	2100	1082.9	1614	0.70	9.15 × 2.65
14	14192	4000	2800	1459.7	2133	0.90	10.35 × 3.00

Les comptes du service des eaux de la ville d'Anvers font ressortir, comme prix de revient de l'opération, établi sur un volume moyen de 5000 litres par minute d'eau purifiée et filtrée, pendant trois années, la somme de 0,45 cent. par mètre cube. Ce prix comprend toutes fournitures, la force motrice, la main-d'œuvre et la surveillance.

Le coût de premier établissement d'une installation complète, calculée pour traiter 2000 litres par minute, peut-être évalué à 65 000 francs environ.

Comment appliquer la méthode aux circonstances de la distribution d'eau de Lausanne?

Il faudrait évidemment écarter l'idée de traiter la totalité du produit de la dérivation de Bret et se borner à une partie du volume seulement, qui serait ensuite déversée au réservoir de la ville.

La différence de niveau des deux réservoirs de Bret (Chailly) et de la ville (Calvaire) est de 29 m. Il serait facile d'établir une station Anderson à proximité du second et peut-être sur l'emplacement même du réservoir. Les cylindres rotatifs seraient mis en mouvement par une petite turbine actionnée par un branchement de Bret et l'eau d'échappement de cette turbine serait ensuite introduite dans les appareils purificateurs.

On disposerait ainsi d'une alimentation élastique, puisant libéralement au réservoir naturel formé par le lac de Bret un supplément d'eau réglé sur les besoins de la saison et le service serait mis à la hauteur des exigences légitimes de l'agglomération lausannoise si, d'autre part, on complétait le système en réformant le système actuel de distribution dit « à discrétion. »

On objectera peut-être que l'approvisionnement d'eau du lac de Bret n'est pas illimité et que, de ce côté aussi, il faut s'attendre à des défaillances? Ces craintes ne sont pas fondées: les eaux motrices sont destinées à la petite industrie, qui peut difficilement s'accommoder de moteurs à vapeur, à gaz ou à pétrole et la Compagnie dispose d'un excédent d'eau qu'elle affecte, provisoirement, à quelques gros abonnements taxés à un prix inférieur au taux normal stipulé dans son acte de concession.

Je précise: Le taux normal de 20 centimes le cheval-heure[1] fait ressortir à 8 centimes le mètre cube d'eau consommé par un moteur placé à l'altitude de 500 m. soit au niveau de la place de Saint-François. En fait, la Compagnie pratique deux tarifs différentiels, l'un (à 26 échelons) applicable aux forces consommant de 18 à 296 chevaux-heures par mois; l'autre (à 36 échelons) applicable aux forces supérieures à ce dernier nombre. Le petit moteur paie le cheval-heure de 60 cent. à 20 cent., suivant l'échelon, le moteur moyen et le gros moteur paient le cheval-heure de 20 cent. à 6,7. A l'altitude ci-dessus, ces prix font ressortir le coût du mètre cube de 26 cent. à 3 cent. D'autre part, l'eau industrielle *non motrice* est taxée à 5 centimes le mètre cube.

Il y a donc de la marge, puisque la Compagnie pourrait au besoin, le cas échéant, supprimer tout ou partie de son second tarif différentiel des eaux motrices.

Un dernier point: le traitement au fer serait-il efficace, dans l'espèce, étant donnée la nature de l'eau à épurer?

L'expérience seule permettrait de conclure ici en connaissance de cause; mais il serait aisé de s'en assurer en procédant sur place à des essais au moyen d'un appareil de démonstration.

[1] L'unité de force le « cheval, » tel que la Compagnie la conçoit, est une valeur fictive théorique qui ne tient aucun compte ni des pertes de charge de l'artère principale et des branchements, ni du rendement du moteur hydraulique. Le travail est simplement exprimé ici par le produit des deux facteurs: volume d'eau écoulé, d'une part et, de l'autre, hauteur hydrostatique de la colonne d'eau, du niveau du moteur au niveau du trop-plein du réservoir. (Ce dernier niveau est à l'altitude de 618 mètres.)

Une perte de charge moyenne de 10 % et un rendement moyen du moteur de 60 % ramènent le cheval-Bret à la valeur de ½ cheval-vapeur, développé sur l'arbre du moteur.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX
DE CONSTRUCTION

par J. Orpiszewski, ingénieur.

Pendant l'hiver 1888-1889 on a fait à Ymuiden de nombreuses expériences sur la résistance à la traction du béton de ciment Portland. Les expériences n'ont pas été faites à la traction directe mais on a cherché à déterminer la résistance à la flexion. — Elles ont été faites avec des poutres en béton supportées par deux appuis et chargées au milieu jusqu'à leur rupture. Il en a été fait avec différents dosages.

On a cherché à déterminer une formule empirique qui puisse rendre compte des résultats obtenus. La formule ordinaire, en appelant R le coefficient de résistance par unité de surface, I le moment d'inertie et a la distance de la fibre neutre à celle la plus fatiguée:

$$\frac{RI}{a} = M \text{ (Moment)}$$

ne peut pas être appliquée ici; elle suppose en effet que l'axe neutre de la poutre passe au centre de figure; avec les bétons de ciment comme leur résistance à la compression est de 7 à 10 fois plus grande que la résistance à la tension, la limite d'élasticité est depuis longtemps dépassée dans la partie inférieure tendue tandis qu'elle n'est pas atteinte dans la partie supérieure comprimée.

Nous ne donnerons pas ici les développements de la formule que l'on a cru pouvoir admettre, ceux de nos lecteurs que cela peut intéresser les trouveront dans le N° 14 de la *Wochenschrift des œsterreichischen Ingenieur- und Architekten Vereins* de 1890. — Nous dirons seulement que remarquant que pour une section rectangulaire de hauteur h et de largeur b, nous avons

$$I = \frac{bh^3}{12} \text{ et } a = \frac{h}{2}$$

La formule ordinaire ci-dessus devient:

$$\frac{R\,bh^2}{6} = M$$

d'où

$$R = \frac{6\,M}{bh^2}$$

Or d'après les expériences faites on a cru pouvoir poser:

$$R = \frac{2{,}5368\,M}{bh^2}$$