

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 23 (1897)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Sur le choix d'un compteur d'eau pour la distribution d'eau de Lausanne  
**Autor:** Muyden, A. van  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-19789>

### **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:** 12.01.2026

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

## BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ VAUDOISE

## DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

PARAISSANT A LAUSANNE 8 FOIS PAR AN

Administration : Place de la Louve.

(GEORGES BRIDEL & C<sup>e</sup> éditeurs.)

Rédaction : Rue Pépinet, 1.

(M. A. VAN MUYDEN, ing.)

Volume V

Sommaire : Sur le choix d'un compteur d'eau pour la distribution d'eau de Lausanne. — L'entretien des chaussées empierrées.

## SUR LE CHOIX D'UN COMPTEUR D'EAU

## POUR LA DISTRIBUTION D'EAU DE LAUSANNE

Extrait d'un rapport adressé à la Municipalité de Lausanne  
et à la Société des eaux de Lausannepar M. R. Chavannes, ingénieur des eaux de la ville de Neuchâtel  
et M. A. van Muyden, ingénieur civil à Lausanne.

(Décembre 1896).

Le choix d'un compteur d'eau dépend, dans une certaine mesure, du tarif des ventes d'eau et du minimum de consommation attribué aux abonnements. Dans le cas particulier, on a envisagé un tarif d'étude, qui n'est pas encore appliqué, basé sur un minimum de fourniture annuelle déclaré par l'abonné et déterminé comme suit :

a) *Abonnements domestiques* : minimums de 400, 800 ou 1200 m<sup>3</sup> par an, correspondant (première période) respectivement à des redevances minimales annuelles de 66 fr., de 128 fr. et de 180 fr. et à des prix de base par mètre cube de 16,5 cent., de 16 cent. et de 15 cent., applicables aux excédents consommés.

b) *Abonnements supplémentaires pour l'arrosage et l'industrie* : minimum de 800 m<sup>3</sup> par an et prix de base de 6 cent., applicable aux excédents consommés.

c) *Abonnements combinés* (domestiques et supplémentaires) : minimum de 2000 m<sup>3</sup> par an.

## I. Des différents types d'appareils.

Les divers appareils en usage fonctionnent les uns *sans pression*, les autres *sous pression*.

Les premiers mesurent l'eau débouchant librement dans un réservoir ou un bassin de décharge (compteur à bascule, à augets, à palettes, etc.) ; ces appareils ne pouvant pas être intercalés sur le parcours d'une colonne montante, nous les laissons ici de côté.

Les appareils *sous pression* sont : les uns des compteurs de volume, d'autres des compteurs de vitesse, d'autres enfin forment un groupe intermédiaire.

On peut les classer en quatre catégories, établies suivant leur mode de fonctionnement.

1<sup>o</sup> Les compteurs de volume, avec piston animé d'un mouve-

ment alternatif de va-et-vient dans un cylindre (cylindre unique ou cylindres multiples à pistons conjugués). Cette solution permet de réaliser un mesurage très exact et notamment d'enregistrer les très petits écoulements. Ils ont l'inconvénient d'être un peu volumineux et de coûter plus cher que se compteurs de vitesse. Les plus connus sont les compteurs Kennedy, Frost, Frager, Samain, Worthington, Schmid, etc.

2<sup>o</sup> Les compteurs de volume à compartiment extensible et membrane souple. Ce système, assez satisfaisant lorsque l'appareil est neuf, devient défectueux à l'usage et n'est guère entré dans la pratique.

3<sup>o</sup> Les compteurs de vitesse, dont l'organe essentiel est un petit moulinet ou une hélice, que le passage de l'eau met en mouvement ; l'axe de rotation commande la minuterie d'enregistrement.

Occupant peu de place, ces appareils ont été longtemps en grande vogue et sont encore très répandus. Mais leur précision laisse beaucoup à désirer, surtout lorsque l'usure a augmenté les frottements du mécanisme ; ils sont infidèles aux faibles débits et les très petits écoulements sont même incapables de déterminer la rotation de l'organe mobile. En outre, l'arbre de rotation est sujet à subir des frottements parasites dans sa douille et à retarder, et, s'il vient à gripper, on peut puiser l'eau à plein goulot sans que le débit soit enregistré du tout.

Les compteurs de vitesse les plus connus sont les compteurs Siemens, Faller, Tylor, Meinecke, Dreyer-Rosenkranz, etc.

4<sup>o</sup> Les compteurs à disque rotatif et les compteurs à disque oscillant forment le groupe intermédiaire entre les compteurs de volume et les compteurs de vitesse.

Le compteur Crown (à disque denté, tournant à l'intérieur d'une couronne également dentée), de construction à la fois simple et robuste, a tout d'abord reçu de nombreuses applications, mais n'a pas tenu ses promesses.

Le compteur à disque oscillant, « l'Abeille », de Lambert et Thompson, par contre, est très séduisant. Capable d'un très grand débit, très résistant à l'usure, peu encombrant, facile à démonter, réclamant peu d'entretien, restant exempt de dépôt, d'un prix relativement modique, cet appareil offre les avantages des compteurs à hélice sans présenter quelques-uns de leurs inconvénients. Il a cependant comme ceux-ci — quoique

à un degré très atténué — le défaut de retarder dans le cas des faibles débits. La limite où le compteur commence à retarder varie naturellement avec son calibre.

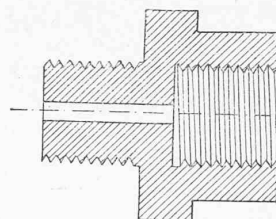
## II. Débit des appareils.

La capacité de débit d'un compteur dépend de trois facteurs : la section des tubulures, la pression de l'eau dans le tuyautage et la perte de charge due au mécanisme.

Les prospectus des fabricants indiquent le débit dont les appareils sont capables sous une charge déterminée, généralement 3 atmosphères. Ce débit est une limite qu'il ne faut pas dépasser, même momentanément, sous peine de s'exposer à détériorer le mécanisme ; elle n'est même pas toujours supportée un certain temps sans surmenage ; ainsi l'expérience de la ville de Neuchâtel a prouvé qu'avec le compteur Meinecke il est prudent de ne pas dépasser pour des débits prolongés le tiers du débit indiqué par le prospectus ; par contre, avec le compteur

Kennedy on peut admettre un débit voisin des chiffres indiqués.

Quel que soit d'ailleurs l'appareil adopté, il est essentiel de lui assigner un débit-limite modéré et de s'assurer que l'abonnement à contrôler ne se prête



en aucun cas à un débit supérieur ; on obtiendra ce résultat en adaptant au compteur une lentille de jauge (conforme, par exemple, au croquis ci-contre) logée dans la tuyauterie d'about, sauf à régler la section

des robinets de puisage de façon à ce que chaque ménage dispose uniformément d'un débit déterminé sans dépendre des étages inférieurs.

A titre de renseignement, voici le relevé de quelques débits indiqués par les fabricants sur leurs prospectus.

DÉSIGNATIONS DES APPAREILS	Débits indiqués par les fabricants, exprimés en litres par minutes ; correspondant à des calibres (soit des diamètres de tubulures) de :							Observations
	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{3}{4}$ "	1 "	1 $\frac{1}{2}$ "	2 "	
	(6 m/m)	(9 m/m)	(12 m/m)	(19 m/m)	(25 m/m)	(32 m/m)	(50 m/m)	
	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres	
Kennedy . . . . .	23	37	50	77	—	315	—	Observé à 3 atm.
Frost-Tavernay . . .	34	40	67	100	—	340	—	
Frager . . . . .	—	(18)	(37)	(72)	—	—	(270)	
Abeille . . . . .	—	—	40	110	220	—	700	
Meinecke . . . . .	30	50	83	133	210	340	750	
Breslauer . . . . . (Wolf et Schreiber)								

A côté du débit maximal assigné à un appareil, il faut encore envisager le *débit minimum* au-dessous duquel le mesurage cesse d'être exact.

## III. Conditions que doivent remplir les compteurs.

Un compteur irréprochable concilierait les conditions suivantes :

- 1° Résister à une haute pression sans que l'étanchéité et la régularité de la marche soient atteintes.
- 2° Enregistrer avec une approximation suffisante tant les petits débits que le débit maximal assigné à son calibre.
- 3° Ne pas causer de perte de charge trop sensible.
- 4° Supporter un certain degré d'usure sans que la précision du mesurage en soit trop affectée.
- 5° Ne pas réclamer des réparations fréquentes ; que le démontage et le remontage de l'appareil soient faciles ; que les réparations courantes puissent être faites aisément sur place.
- 6° Que l'appareil soit d'un prix modéré.
- 7° Dimensions peu encombrantes.
- 8° Que la lecture de l'indicateur à cadran soit aisée.
- 9° Que l'appareil puisse être placé dans tous les sens.

En fait, aucun appareil ne satisfaisant également à toutes les exigences constatées, il faut s'inspirer des circonstances locales et donner la préférence à des appareils de types différents suivant qu'on s'attache plus ou moins à telle ou telle condition.

Ainsi certaines villes, qui n'imposent aux abonnés qu'un faible minimum de consommation, ont adopté exclusivement l'appareil à piston, tandis que d'autres villes, qui imposent à tout ou partie des abonnés un minimum élevé (abonnements à forfait par estimation, établie sur la base du nombre de pièces ou sur toute autre base analogue), se sont contentées d'un compteur à moulinet. On peut aussi concevoir une solution intermédiaire qui appliquerait l'appareil à piston aux petits abonnements et réserverait l'appareil à disque oscillant ou à moulinet aux grandes consommations.

Le choix du calibre de l'appareil est un point essentiel ; il faut insister encore sur ceci : que le calibre à appliquer à un abonnement dépend moins du débit journalier moyen que du débit maximal à fournir à un moment donné et rappeler qu'à égalité de calibre deux appareils de types différents n'ont pas la même capacité de débit.

A première vue, on pourrait être tenté de déterminer à priori trois calibres d'appareils, correspondant respectivement aux trois classes des abonnements domestiques du tarif considéré (minimums annuels de 400, 800 et 1200 m<sup>3</sup>) ; mais on ne tarde pas à reconnaître que, dans une même classe, le rapport du débit maximal au débit moyen varie beaucoup d'un abonné à l'autre suivant le nombre et l'importance des orifices de puisage. On appliquera nécessairement des compteurs de calibres différents à deux abonnés déclarant l'un et l'autre un minimum annuel de 400 m<sup>3</sup>, par exemple, mais dont l'un se contentera d'un débit maximal de 15 litres par minute, tandis que l'autre voudra être en mesure de puiser largement à dix robinets à la fois.

En résumé, dans l'application qui nous occupe, il faut envisager essentiellement :

- a) Le débit probable journalier moyen de l'abonnement.
- b) L'appel maximal momentané des orifices de puisage alimentés par l'appareil.
- c) L'écoulement minimal, plus ou moins continu, d'un ou de plusieurs robinets (fuite par robinets usés ou entr'ouverts).
- d) Le coût et les frais d'entretien des divers appareils en concurrence.

#### IV. Conclusions.

##### A. Abonnements domestiques.

Pour les petits abonnements, déclarant un minimum de 400 m<sup>3</sup>, il faut distinguer deux cas, suivant l'état des lieux. Si l'abus des faibles écoulements est à craindre, il convient d'appliquer l'appareil à piston et, dans le cas contraire, le compteur Abeille (disque oscillant) qui est meilleur marché et plus compact. Comme appareil à piston, les experts conseillent de faire choix du compteur Kennedy ou du compteur Frost-Tavernet ; ces appareils possèdent des qualités d'endurance et d'exactitude remarquables, leur prix est moins élevé que la plupart des bons compteurs à piston ; leur principal inconvénient est d'être un peu encombrants. Il existe sans doute d'autres compteurs à piston très recommandables, mais l'expérience personnelle des experts et les renseignements recueillis par eux sont en faveur de ceux-ci.

Pour les abonnements déclarant un minimum de 800 et 1200 m<sup>3</sup>, la sensibilité de l'enregistrement aux petits débits est une condition moins impérieuse ; les experts ne sont toutefois pas d'avis de leur appliquer un appareil à moulinet ; ils estiment que le compteur Abeille répond ici mieux aux conditions du problème.

##### B. Abonnements supplémentaires pour l'arrosage et l'industrie.

Les experts sont d'avis qu'ici encore le compteur Abeille répond aux conditions à satisfaire, pour autant du moins que le débit maximal ne dépasse pas le débit assigné au calibre Abeille de 1 1/2 pouce. Ils font remarquer qu'à égalité de calibre le compteur Abeille est capable d'un débit supérieur au compteur Meinecke (dont il est question plus loin) ; de sorte que, sans coûter plus cher, un Abeille de 1/2 pouce peut généralement remplacer, au point de vue du débit, un Meinecke de 3/4 de pouce, et un Abeille de 3/4 un Meinecke de 1".

Dans le cas de certains abonnements spéciaux qui absorberaient un grand volume d'eau à la fois pendant une fraction de l'année seulement, il peut cependant y avoir avantage à appliquer les compteurs de vitesse, quitte à prendre son parti, pour cette nature d'application, de certains défauts de sensibilité inhérents au système.

Le compteur Meinecke (adopté à Neuchâtel) et le compteur Dreyer-Rosenkranz-Droop (employé à La Chaux-de-Fonds) sont à recommander pour cet usage ; le premier, notamment, a l'avantage d'être facile à démonter et à réparer. D'autres compteurs de vitesse sont certainement encore acceptables, mais il convient d'écarter d'emblée les appareils dont la minuterie et le cadran sont noyés dans l'eau, parce que la lecture en est parfois malaisée et nécessite souvent le démontage de la glace extérieure.

En résumé, on peut conseiller :

1° D'adopter pour les abonnements moyens le compteur Abeille. Le type le meilleur marché avec engrenage différentiel et cadran à aiguilles est suffisant. Les types à engrenages ordinaires et cadrans à chiffres (Reg. Stad), plus commodes, sont d'un prix plus élevé.

2° D'adopter pour les petits abonnements, lorsqu'il y a risque d'écoulements faibles et continus, les compteurs à piston Kennedy ou Frost-Tavernet.

3° D'adopter pour les forts abonnements temporaires le compteur Abeille jusqu'à concurrence du calibre de 1 1/2 pouce, et au-dessus le compteur Meinecke, qui est meilleur marché pour les calibres supérieurs et possède en outre une grille.

##### Remarque importante.

Contrairement aux compteurs à ailettes, les compteurs Abeille ne sont pas pourvus d'une grille de filtrage.

Or, de petites impuretés en suspension dans l'eau peuvent déterminer le bris du disque oscillant. Si donc l'eau devait être sujette à entraîner des petits débris, sable, détritiques végétaux, etc., il serait prudent d'adapter une grille de filtrage au compteur Abeille.

#### V. Régime des compteurs.

Les experts attirent l'attention sur les recommandations pratiques énumérées dans les paragraphes suivants.

1° Nous indiquons dans le tableau ci-après (page suivante) la limite de débit qu'il paraît prudent d'assigner provisoirement et jusqu'à plus ample expérience aux trois compteurs Kennedy, Abeille et Meinecke. (Les chiffres entre parenthèses sont ceux des prospectus.)

2° Placer le compteur à l'abri de la gelée, dans un local si possible clair et d'un accès facile, et disposer le cadran de façon à ce que les chiffres soient facilement relevés.

3° Monter l'appareil sur raccords ou sur brides, suivant le calibre, entre deux coudes du tuyau, de façon à faciliter le démontage.

4° Placer le robinet d'arrêt particulier de l'abonné à l'issue du compteur et non en amont.

5° Régler le débit maximal assigné au compteur (lentille de jauge) ainsi qu'il a été expliqué plus haut et relever sur la police d'abonnement l'indication de ce débit.



Calibre, soit diamètre des tubulures, exprimé en :		Désignation des appareils et débit par minute à leur assigner par prudence.		
pouces anglais	millimètres	Kennedy (piston)	Abeille (disque oscillant)	Meinecke (moulinet)
$\frac{1}{4}$ "	6 $\frac{1}{2}$ m/m	20 litres	—	10 (30)
$\frac{3}{8}$ "	10	35	—	15 (50)
$\frac{1}{2}$ "	12 $\frac{1}{2}$	45	35 (40)	25 (85)
$\frac{3}{4}$ "	18 (dit 20)	70	70 (110)	45 (135)
1 "	25	—	110 (220)	70 (210)
1 $\frac{1}{4}$ "	31	—	—	85 (250)
1 $\frac{1}{2}$ "	37,5 (dit 40)	—	170 (340)	120 (340)
2 "	50	—	170 (340) et et 350 (700)	300 (750)

6° Les appareils doivent demeurer la propriété du service des eaux, qui percevra de l'abonné une redevance de location.

#### 7° VÉRIFICATION ET ÉPREUVES :

##### A. Contrôle de réception et contrôle en service.

Avant d'être acceptés, poinçonnés et mis en service, les appareils doivent être examinés, et l'on fera bien de soumettre un compteur sur dix à vingt à des épreuves méthodiques. On s'assurera que l'appareil *neuf* enregistre le débit dans les limites de tolérance admises à petit et à moyen débit. La tolérance est exprimée en pourcentage du volume réellement écoulé.

Provisoirement et jusqu'à plus ample informé, les experts indiquent, pour le compteur Abeille, les écarts de tolérance admissibles suivants, savoir :

CALIBRE DE L'APPAREIL (ABEILLE)	Tolérance de comptage admise pour les appareils neufs, à des débits par minute de :					
	$\frac{1}{2}$ litre	1 litre	15 litres	25 litres	40 litres	75 litres
$\frac{1}{2}$ " soit 12 $\frac{1}{2}$ m/m	— 10 $\frac{0}{0}$	— 8 $\frac{0}{0}$	$\pm 6 \frac{0}{0}$	$\pm 6 \frac{0}{0}$	—	—
$\frac{5}{8}$ " soit 15 m/m . .	12	10	6	6	$\pm 6$	—
$\frac{3}{4}$ " soit 18 (dit 20)	15	12	6	6	6	$\pm 6$
1 " soit 25 m/m .	20	15	6	6	6	6

Les appareils seront en outre essayés à la presse hydraulique.

Au bout d'une certaine durée de service chez les abonnés, généralement deux ans, les compteurs seront retirés, remplacés par d'autres, démontés, examinés à l'atelier de vérification du service des eaux et remis en état.

##### B. Etudes nouvelles.

A côté des épreuves de réception, il en est d'autres destinées à étudier de nouveaux types d'appareils, en vue de déterminer

leurs qualités, notamment leur durée probable et l'influence de l'usure sur la précision du comptage.

*Essais d'endurance.* Débit normal, soutenu d'une façon continue pendant un laps de temps de quinze jours à trois semaines, en vue de déterminer un certain degré d'usure du mécanisme. A défaut de cette épreuve, on trouve presque tous les appareils bons parce qu'ils sont neufs.

*Essai à débit moyen.* Après avoir soumis l'appareil à un essai de résistance à l'usure, on vérifiera sa marche à un débit moyen, soit en le comparant à un compteur étalon, soit en jaugeant l'eau directement. Durée d'une dizaine de jours, sans arrêt.

*Essai à faible débit.* Débits décroissants jusqu'à la limite constatée de l'enregistrement. Durée de deux à trois jours, suivant que l'indicateur à cadran signale ou non les faibles passages d'eau.

*Essais de débit à outrance.* Si l'on ne craint pas de sacrifier un appareil, il est intéressant de compléter les expériences précédentes par un essai à très grand débit. En général l'appareil est au bout de peu de temps hors de service et, en examinant les avaries, on se rend compte de ses qualités et de ses défauts. Dans ces conditions, il faut s'attendre à ce que les ailettes des appareils à moulinet se brisent et à ce que les coups de béliers faussent, disloquent ou déplacent le mécanisme des appareils à piston.

*Congélation.* L'appareil est détérioré ; on le démonte et l'on évalue les frais de réparation. Avec certains appareils ces frais sont minimes (le compteur Meinecke, par exemple), tandis que pour d'autres (le compteur Frager, par exemple) ils atteignent presque la valeur totale de l'appareil.

*Essais de pression jusqu'à rupture.* L'effet est comparable à celui de la congélation. Il convient de fixer aux fournisseurs la pression maximale à laquelle les appareils doivent résister. Un certain nombre de fabricants essaient et garantissent leurs

appareils à la pression de 15 atmosphères, ce qui est suffisant dans la plupart des cas.

*Nota.* Si l'on procède à un essai à très haute pression, il faut s'assurer préalablement que l'appareil ne renferme pas de bulles d'air, en vue d'éviter des explosions dangereuses.

##### VI. Relevé de quelques résultats d'essais.

Essais faits à l'atelier du service des eaux de la ville de Neuchâtel, du 28 juillet au 9 septembre 1896.

Les appareils expérimentés étaient les suivants (page 42) :

DATES	DÉSIGNATION DES APPAREILS							
	KENNEDY calibre $\frac{1}{4}$ " (soit 6 $\frac{1}{2}$ m/m) Volumes accusés		ABEILLE calibre $\frac{1}{2}$ " (soit 12 $\frac{1}{2}$ m/m) Volumes accusés		SCHLAEPFER calibre $\frac{1}{2}$ " (soit 12 $\frac{1}{2}$ m/m) Volumes accusés		MEINECKE calibre $\frac{1}{2}$ " (soit 12 $\frac{1}{2}$ m/m) Volumes accusés	
	Totaux exprimés en m <sup>3</sup>	Débts traduits en litres par minutes	Totaux	‰	Totaux	‰	Totaux	‰
Juillet 28	0	—	0	—	—	—	0	—
» 29	1	0,7	1	—	—	—	0	—
» 30	4	2,8	5	—	—	—	3	—
» 31	10	7,0	8	—	—	—	6	—
Du 28 au 31	15 (100 ‰)	3,5 (moy.)	14	(93 ‰)	—	—	9	(60 ‰)
Août 1 <sup>er</sup>	5	3,5	8	—	—	—	6	—
» 4	20	4,8	21	—	8	—	16	—
» 5	27	19,0	28	—	10	—	24	—
» 6	9	6 $\frac{1}{4}$	9	—	0	—	8	—
» 7	9	6 $\frac{1}{4}$	9	—	2	—	8	—
» 9	13	4,5	15	—	5	—	12	—
» 11	16	5,5	17	—	6	—	13	—
» 12	5	3,5	5	—	2	—	4	—
Du 1 <sup>er</sup> au 12	104 (100 ‰)	6,0 (moy.)	112	(108 ‰)	33	(32 ‰)	91	(87 ‰)
Août 13	10	7—	10	—	4	—	8	—
» 14	1	0,7	1	—	0	—	0	—
» 15	3	2,1	3	—	0	—	0	—
» 16	2	1,4	3	—	0	—	0	—
» 17	2	1,4	2	—	1	—	—	—
» 18	1	0,7	1	—	0	—	—	—
» 19	1	0,7	1	—	0	—	—	—
» 20	1	0,7	1	—	0	—	—	—
» 21	1	0,7	1	—	0	—	—	—
» 22	2	1,4	2	—	0	—	—	—
» 24	0	0,—	0	—	0	—	—	—
Du 13 au 24	24 (100 ‰)	1,7 (moy.)	25	(104 ‰)	5	(21 ‰)	8	(33 ‰)
Août 28	6	1,0	6	—	3	—	5	—
» 29	26	4,2	27	—	12	—	15	—
» 31	51	17,7	53	—	24	—	4	—
Sept. 1 <sup>er</sup>	28	19,5	29	—	13	—	77	—
Du 28 août au 1 <sup>er</sup> sept.	111 (100 ‰)	9,7 (moy.)	115	(104 ‰)	52	(47 ‰)	101	(91 ‰)
Sept. 2	2	1,4	3	—	0	—	0	—
» 3	1	0,7	0	—	0	—	0	—
Du 2 au 3 sept.	3 (100 ‰)	1,0 (moy.)	3	(100 ‰)	0	—	0	—
Sept. 4	1	0,7	1	—	0	—	—	—
» 7	1	0,24	1	—	0	—	—	—
» 9	4	1,4	4	—	0	—	—	—
Du 4 août au 9 sept.	6 (100 ‰)	0,7 (moy.)	6	(100 ‰)	0	—	—	—

a) *Kennedy* (à piston), calibre de  $\frac{1}{4}$ " , soit 6  $\frac{1}{2}$  mm., appareil reconnu préalablement exact par contrôle jauge et admis comme étalon.

b) *Schlæpfer* (à piston), N° 11 025, calibre  $\frac{1}{2}$ " , neuf, mais faux par suite d'un défaut de la minuterie.

c) *Abeille* (à disque oscillant), N° 78 089, calibre  $\frac{1}{2}$ " , neuf, mais un peu fatigué par suite d'une série d'essais antérieurs.

d) *Meinecke* (à moulinet), N°s 78 818 et 124 430, calibre  $\frac{1}{2}$ " , très vieux et usés. Le premier avait été réparé à plusieurs reprises.

#### Récapitulation.

DATES	Volumes accusés				Ecart de comptage
	KENNEDY		ABEILLE		
	totaux en m <sup>3</sup>	en litres par min. moyenne	totaux en m <sup>3</sup>	en litres par min. moyenne	
	m <sup>3</sup>	litres	m <sup>3</sup>	litres	%
Du 28 au 31 juillet . . .	15	3,5	14	3,2	— 7
» 1 <sup>er</sup> au 12 août . . . .	104	6,0	112	6,5	+ 8
» 13 au 24 août . . . .	24	1,7	25	1,7	+ 4
» 28 août au 1 <sup>er</sup> sept.	111	9,7	115	9,9	+ 4
» 2 au 3 sept. . . . .	3	1,0	3	1,0	0
» 4 au 9 sept. . . . .	6	0,7	6	0,7	0
Totaux . . . . .	263	—	275	—	—
Moyennes . . .	—	4,4	—	4,6	+ 5

#### Observations.

Les chiffres placés sous le titre : *totaux en m<sup>3</sup>*, représentent la différence des cotes du cadran entre deux lectures consécutives.

Les fractions de mètres cubes ont été négligées.

Ce tableau est reproduit ici à titre d'exemple. Les résultats indiquent simplement que l'erreur instrumentale individuelle moyenne du compteur Abeille portant le N° 78 818, à l'état usagé, est de + 5 %<sup>1</sup>. Cette constatation est intéressante, mais il ne faut pas s'exagérer sa signification : pour déterminer l'erreur instrumentale probable des compteurs Abeille en général (soit d'un appareil moyen), il faudrait réunir les éléments de comparaison fournis, par exemple, par un premier groupe de dix compteurs Abeilles de  $\frac{1}{2}$  pouce, par un second groupe de dix compteurs de  $\frac{3}{4}$  de pouce et par un troisième groupe d'un pouce de calibre.

Cette détermination réclamerait un matériel important et des expériences longues et minutieuses que les experts n'ont pas jugé nécessaire d'entreprendre pour arrêter leurs conclusions.

On remarquera enfin qu'il n'y a pas lieu d'opposer les résultats fournis par un compteur Meinecke usé et, de ce fait, peu sensible et un compteur Schlæpfer mal réglé, aux résultats fournis par un compteur Abeille en bon état.

<sup>1</sup> Le compteur pris comme comparaison pouvait du reste être affecté d'une erreur de 2 % en moins aux forts débits. Dans ce cas, cela ramènerait l'erreur moyenne de Abeille à 3 ou 4 %.

#### L'ENTRETIEN DES CHAUSSÉES EMPIERRÉES

L'état de nos routes laisse singulièrement à désirer à l'époque des recharges générales annuelles. Une pratique surannée et barbare abandonne au roulage... et au temps — aux dépens de la traction et de la circulation — la mission d'incorporer les matériaux neufs à l'ancien macadam. L'usage du rouleau compresseur automobile, qui se répand de plus en plus ailleurs, convient spécialement aux chaussées à profil accidenté. Il est indispensable si l'on veut obtenir en peu de temps et économiquement une surface de roulement unie, résistante et durable<sup>1</sup>.

On aggrave encore le mal et gaspille les matériaux en choisissant volontiers pour cette opération la saison froide, où la gelée, en durcissant le sol, contrarie le travail de l'aggrégation, qui réclame le concours de l'eau.

En outre, aux abords et à la traversée des villes, où l'activité du trafic exigerait des matériaux de choix et des soins minutieux entre deux grosses réparations successives, les chaussées sont souvent défoncées. C'est le cas, presque en tout temps, des sections des grandes routes cantonales rayonnant de Lausanne à Saint-Sulpice, Lutry, La Sallaz, Chailly et Montétan.

A ce point de vue, nos routes soutiennent mal la comparaison avec les superbes voies françaises, l'orgueil légitime du service des ponts et chaussées.

Les méthodes d'entretien ne sont pas les mêmes dans les deux pays.

L'une, dite de l'entretien continu, vise à procurer à la circulation le minimum d'entraves et le maximum de facilités ; elle s'inspire de la devise : *Un point fait à temps* — formulée jadis par le célèbre constructeur Mac Adam — et réserve à des recharges générales cylindrées, intervenant à de rares intervalles, le rôle restreint de rendre son épaisseur primitive à une chaussée usée.

L'autre méthode procède, en principe, par recharges générales fréquentes, destinées à la fois à combler les ornières et les flaches et à remédier à l'usure générale.

De ces deux méthodes, la première est appliquée à la généralité des chaussées françaises et la seconde à celle de notre pays.

La première est incontestablement supérieure à l'autre ; elle possède seule la souplesse voulue pour s'adapter à des exigences variables, justifiant le classement des voies d'après la nature et l'intensité de la circulation. Elle économise les matériaux, mais réclame une surveillance minutieuse et exige un personnel nombreux d'agents-voyers et de cantonniers.

La seconde répond à une conception uniforme et à une organisation plus simple et commode imposée à tous les services de la voirie. Elle économise la main-d'œuvre aux dépens des matériaux et, si l'on se dispense du cylindrage, c'est, en outre, au détriment du profil en travers. La méthode se justifie peut-être

<sup>1</sup> Les rouleaux compresseurs automobiles pèsent à vide de 10 à 25 tonnes. Le poids du type le plus courant en France est de 15 tonnes. L'expérience du service des ponts et chaussées de l'Etat de Genève qui, tout récemment, a introduit le cylindrage à vapeur, est en faveur d'appareils de 12 à 16 tonnes. Le prix d'acquisition est d'environ 1 fr. à 1 fr. 10 le kg. Genève a payé 13 580 fr. un appareil de 13 000 kg. développant un effort de 7 à 8 chevaux-vapeur ; l'appareil de 16 tonnes demande 10 chevaux.

à la rigueur pour une partie du réseau vaudois (cylindrage à part) ; en revanche, elle est absolument en défaut dans les cas cités plus haut.

Une réforme s'impose.

Les touristes à pédales, suisses et étrangers, qui depuis quelques années sillonnent nos routes, ne sont pas seuls en cause ; ils représentent d'ailleurs un élément de trafic de moins en moins négligeable. Un peu exigeants, à vrai dire, et portés, plus que les cochers, à saisir l'opinion de leurs doléances, les cyclistes sont néanmoins de bons observateurs ; ils auscultent, en quelque sorte, les déformations des chaussées ; ils en perçoivent désagréablement les contre-coups et leurs impressions sont utiles à interroger. Ils ont été tout d'abord peu écoutés, *vox clamantis in deserto* ; mais ils deviennent légion, ils finiront par obtenir gain de cause et, en définitive, on leur saura gré de leur insistance.

L'Etat se prêterait-il volontiers à plier l'organisation de ses services de voirie à l'application de deux méthodes d'entretien différentes, réservant la plus parfaite aux sections de voies très fréquentées, qui seraient l'objet d'un classement spécial ? A défaut, on pourrait chercher une solution dans un traité avec l'Etat, qui attribuerait au chef-lieu du canton — particulièrement intéressé à la réforme — l'entretien, moyennant indemnité, des sections de routes cantonales rayonnant du centre, dans un périmètre déterminé, de 4 kilomètres de rayon par exemple.

Quoi qu'il en soit à cet égard, il faut souhaiter, pour le bon renom et dans l'intérêt de Lausanne et du canton de Vaud, que la question des améliorations à apporter à l'entretien de nos routes soit envisagée et résolue à bref délai.

A titre de renseignement, nous attirons l'attention de nos collègues et des autorités sur une étude très autorisée émanant du *Comité technique du Touring-Club de France, section des routes*<sup>1</sup>, insérée dans les livraisons de juillet et août de la *Revue mensuelle du Touring-Club de France*, sous le titre : *Chaussées empierrées, mode d'emploi des matériaux d'entretien proprement dits, desiderata des cyclistes*. Nous détachons de cette note quelques extraits qui résument les points essentiels en discussion, en laissant de côté les considérations dont l'intérêt, en ce qui nous concerne, est moins direct ou moins immédiat.

A. VAN MUYDEN.

« L'entretien idéal d'une route est facile à obtenir pour peu qu'elle soit suffisamment fréquentée. Les procédés à employer sont bien simples et bien connus des constructeurs.

C'est la méthode qui a pour adage :

*Maximum d'uni, minimum d'usure.*

Par des soins minutieux de tous les jours on empêche la chaussée de se couvrir d'aspérités ou de se creuser de flaches plus ou moins profondes. Par un balayage et un ébouage soigneux, on fait disparaître la boue et la poussière au fur et à mesure qu'elles apparaissent à la surface.

Avec un pareil régime les matériaux débarrassés des détritiques en excès, bien serrés les uns contre les autres, éprouvent le minimum de déplacement, et par suite le minimum de frottement et d'usure lors du passage des véhicules.

<sup>1</sup> La section est composée de sept ingénieurs du corps des Ponts et Chaussées, dont trois inspecteurs généraux.

Si la chaussée ainsi traitée est en même temps assez fréquentée pour qu'à chaque instant les véhicules obligés de se croiser soient forcés de passer, pour ainsi dire uniformément, sur toutes les parties de l'empierrement, toute la surface en sera également favorable à la circulation.

L'aspect d'une pareille chaussée est tel qu'on a été porté à croire qu'elle ne s'usait pas.

Aujourd'hui les constructeurs, éclairés par les déboires de leurs prédécesseurs, savent que pour s'user bien moins que les chaussées abandonnées à elles-mêmes, les empièvements entretenus par la méthode du maximum d'uni — pour ainsi dire sans emploi partiel de matériaux — n'en diminuent pas moins d'épaisseur.

Au bout d'un certain temps, variable avec l'intensité et la nature de la circulation, il faut compenser l'usure des matériaux et rendre à la chaussée une épaisseur suffisante par un rechargement général<sup>1</sup>.

Cet entretien idéal des chaussées exige une main-d'œuvre considérable.

Cette dépense très apparente a pour résultat une diminution du coefficient de traction qui, le plus souvent, reste inaperçue, même de ceux qui en tirent profit.

Dans ces conditions, il ne faut pas trop s'étonner qu'elle soit ignorée de ceux qui ont à payer l'entretien. Ils croient dès lors à un luxe inutile et sont portés à réclamer la diminution des dépenses consacrées à un pareil état de choses.

Malheureusement dans la plupart des départements, pour ne pas dire dans tous, le point de vue de l'économie des frais de traction est laissé de côté, faute d'expériences méthodiquement suivies sur le coefficient de résistance au roulement.

Les voituriers se contentent de donner quelques coups de fouet de plus à leurs attelages tout en maugréant contre l'administration.

Le Touring-Club est appelé à jouer un rôle important dans cette lutte de la parcimonie contre les besoins de la circulation.

Les cyclistes perçoivent directement la fatigue que leur impose une chaussée mal entretenue.

Dans la question qui nous occupe, le moteur humain aura sur le moteur à avoine ou à pétrole le grand avantage de pouvoir exprimer à autrui le surcroît d'efforts qu'il a dû faire.

On comprend facilement qu'un mode d'entretien justifié pour une circulation de 1000 à 1500 colliers par jour — puisqu'alors l'économie sur les frais de traction compense et au delà l'excès de dépense consacré à maintenir l'uni de la chaussée — n'est plus de mise lorsqu'il s'agit d'une fréquentation d'une dizaine de colliers.

Entre ces deux limites de la circulation intensive des rues de Paris et du quasi-abandon de certaines chaussées pour lesquelles la suppression de l'entretien entre deux rechargements peut être rationnel, il y a la moyenne de la circulation fran-

<sup>1</sup> Evidemment ce rechargement doit s'effectuer en employant le mode de compression le plus parfait de manière à réduire au minimum le temps de l'opération et l'usure des matériaux sans exagérer le cube de la matière d'aggrégation ; mais quel système de rouleau compresseur doit-on préférer ?

En pays plat, sur les routes en plaine où la déclivité ne dépasse pas 2 à 3 cm. par mètre, les rouleaux à traction animale, si répandus aujourd'hui, rendent d'excellents services et permettent d'obtenir des rechargements parfaits.

Au contraire, en pays accidenté, sur les chaussées surtout où les déclivités dépassent 5 ou 6 cm., l'emploi des rouleaux automobiles s'impose, si on veut aller vite et obtenir économiquement un rechargement bien fait.

D'un autre côté, dans les pays où l'eau, sans faire absolument défaut, — ce qui empêcherait tout rechargement, — coûte cher, le cylindrage à vapeur est une nécessité, car, par sa rapidité, il permet de réaliser une économie sensible sur l'arrosage.



gaise pour laquelle la suppression des cantonniers, en apparence économique, se traduirait en réalité par une aggravation des charges de la nation en augmentant notablement les frais du roulage.

Par conséquent, quelle que soit la méthode adoptée pour réparer l'usure de la chaussée, *il ne faut pas croire qu'on puisse jamais sur la généralité de nos chaussées empirées supprimer l'entretien de la surface par la méthode dite « des emplois partiels. »*

La méthode des emplois partiels, impropre à la conservation de l'épaisseur de la chaussée est la seule, au contraire, qui s'adapte parfaitement au rôle restreint de maintenir le bon état de la surface.

Il y a donc lieu de rechercher les conditions dans lesquelles cette méthode doit être appliquée pour apporter le moins d'entrave à la circulation des véhicules en général et des cyclistes en particulier.

Dans presque tous les traités d'entretien des chaussées, on recommande de disposer les emplois partiels de manière qu'une voiture ne puisse pas en éviter un sans passer sur un autre.

C'est une recommandation barbare digne des temps où les routes semblaient faites uniquement pour les cantonniers. Elle n'est plus de mise à une époque où les chaussées doivent être entretenues pour le plus grand avantage de ceux qui y circulent.

Son principal inconvénient était, du reste, que confiant au seul effet du roulage la prise des emplois ainsi disposée, les cantonniers ne craignaient pas de leur donner des dimensions exagérées en longueur et en largeur.

Voici ce qui en résultait :

Sur les emplois de plusieurs mètres de longueur, surtout s'ils sont étendus sur des dizaines de mètres comme on en voit malheureusement encore, le cheval se trouve engagé sur les pierres mobiles au moment où la force vive de sa charge amortie par le surcroît de résistance l'oblige à des efforts supplémentaires.

Ses sabots disloquent alors les matériaux déjà à moitié pris.

Pendant longtemps les cailloux restent à l'état roulant dans le milieu de l'emploi alors que sur les bords ils sont incorporés à la chaussée.

Si les emplois trop longs sont en même temps trop larges, surtout s'ils constituent ce qu'on appelle des « emplois barbares, » s'étendant d'un bord à l'autre de la chaussée, dès qu'un véhicule y a créé un frayé, tous les autres s'empressent d'en profiter et bientôt ces frayés deviennent des ornières.

Après avoir étudié ce qui se passait sur les emplois trop étendus, certains ingénieurs ont pensé qu'on pouvait se dispenser de recourir à aucune chicane pour obtenir que les véhicules passassent sur un emploi partiel et l'incorporassent rapidement à la vieille chaussée.

L'expérience a démontré, en effet, qu'il suffisait pour cela que l'emploi partiel fût, dans le sens de la circulation, assez court pour que la voiture y passât sans que l'attelage s'en aperçût pour ainsi dire.

Surtout s'ils sont convenablement pilonnés, les emplois d'un mètre ou deux de longueur en plaine<sup>1</sup> offrent au roulement du véhicule une résistance de trop faible durée pour que l'attelage éprouve de la difficulté à le franchir même en passant en plein dessus ; du reste, au moment où il serait obligé de faire un effort supplémentaire par suite du ralentissement trop notable de la vitesse, le cheval aurait les pieds sur la vieille chaussée

solide et ne pourrait disperser les cailloux de l'emploi sur lequel les roues seraient seules.

La prise des matériaux ainsi employés se fait rapidement avec quelques soins des cantonniers.

Restait encore l'inconvénient des frayés que suivent tous les véhicules dans un emploi trop large. Mettant à profit l'instinct des chevaux qui les porte tout à la fois à éviter de mettre les pieds sur les cailloux roulants et à marcher autant que possible en ligne droite, certains constructeurs ont recommandé de maintenir pour le passage des chevaux une piste sinueuse avec des courbures assez adoucies pour qu'un cheval puisse la suivre sans trop de peine.

Dans ces conditions, seules les roues du véhicule passent sur les cailloux.

Les emplois en forme de feuilles de laurier inclinées sur l'axe peuvent avoir de 3 à 4 mètres de longueur, mais leur largeur ne doit pas de beaucoup dépasser 1 mètre.

Au fur et à mesure que les emplois font prise, en commençant évidemment par les bords voisins de la piste, les chevaux tendent à redresser celle-ci et les roues mordent de plus en plus sur les emplois et les incorporent à la chaussée.

Cette prescription des emplois courts dans le sens de la marche, n'a rien de nouveau. Elle est employée depuis longtemps.

Complétée par la recommandation de placer deux emplois successifs à une distance telle que le véhicule puisse, après avoir franchi le premier, reprendre sa vitesse normale avant d'aborder le second, cette méthode des emplois partiels n'apporte aucune entrave sérieusement préjudiciable à la circulation des véhicules de roulage ni des voitures légères.

Si elle n'est pas toujours employée, c'est qu'elle entraîne un surcroît de main-d'œuvre, de soins et de fatigue pour les cantonniers.

Un emploi partiel, en effet, doit être circonscrit par un piquage de la chaussée, opération fatigante. Le cantonnier, au lieu de faire successivement plusieurs emplois contigus au fur et à mesure qu'ils sont incorporés, préfère pour remplir une flache un peu étendue, la réparer avec un seul emploi, parce qu'alors la longueur du piquage est bien plus faible par rapport au volume de cailloux employés.

La méthode préconisée a aussi, il faut bien le reconnaître, le léger inconvénient d'exiger l'utilisation de la main-d'œuvre coûteuse des auxiliaires, si on veut assurer l'emploi en temps convenable de tous les matériaux d'entretien<sup>1</sup>.

Avec ce système de pièces courtes et distantes, la disposition en échiquier permettra aux cyclistes de circuler sur les routes même en pleine période d'emplois, sans être exposés à rencontrer des cailloux susceptibles de crever les pneus, en suivant une piste assez peu sinueuse. »

<sup>1</sup> Il est bien entendu que la diminution de surface des emplois partiels, leur espacement et la confection de pièces successives après l'incorporation des premières, ne dispensent pas de la nécessité de bien disposer les matériaux, de les pilonner au fur et à mesure, de ne répandre la matière d'aggrégation qu'après que l'emploi a fait déjà une prise presque complète et de surveiller les quelques cailloux restés roulants pour les incorporer à la chaussée si le temps est favorable et les mettre en réserve si la chaussée est déjà trop sèche.

<sup>1</sup> Evidemment sur une déclivité notable la longueur de l'emploi doit être diminuée de manière que le véhicule n'ait pas sa force vive absorbée par l'excès de tirage résultant de l'emploi et de la déclivité.