Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 28 (1902)

Heft: 13

Artikel: L'adduction des eaux du Pays-d'Enhaut de Sonzier sur Montreux à Lausanne (suite)

Autor: Rochat-Mercier, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-22863

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: 08.12.2025

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

Le tunnel qui suit le puits a une longueur de 300 mètres et une section de trois mètres carrés ; quoiqu'il soit entièrement dans une roche très compacte il est cimenté. Il y a deux mètres de différence de niveau entre son amont et son aval et il débouche au midi de l'arête rocheuse qui sépare la vallée de Tanay de la vallée du Fosseau.

A 30 mètres à l'amont de l'aval de ce premier tunnel débouche un deuxième tunnel de 100 mètres de longueur, les axes des deux galeries étant sensiblement à angle droit, la seconde se dirigeant vers l'est.

Un peu en amont du point d'intersection des deux galeries se trouve un nouveau bouchon en fer et ciment traversé par un tuyau de trou d'homme, deux tuyaux de $0^m,40$ munis de vannes à flotteur et un tuyau de même calibre muni d'une vanne de purge.

Un peu à l'aval de l'intersection des deux galeries il y a un petit mur-barrage formant retenue d'eau. Dès que les turbines fonctionnent il y a appel d'eau par le tunnel n° 2, le plan d'eau baisse, les flotteurs des vannes suivent le mouvement et celles-ci débitent. Dès que l'usine ne demande plus d'eau les flotteurs remontent et l'écoulement de l'eau cesse.

Veut-on à un moment de l'année faire baisser le lac pour ne pas dépasser la hauteur d'eau convenue, on charge les contrepoids des flotteurs, et si cela ne suffit pas on ouvre la vanne de purge. Le trop-plein s'écoule alors par l'extrémité aval de la galerie n° 1.

Canalisations. La tête aval du tunnel n° 2 est maçonnée, munie d'une petite vanne de purge et d'un tuyau en tôle de $0^m,80$ et de 100 mètres de longueur; une troisième galerie cimentée comme les deux précédentes a 300 mètres de longueur. A son extrémité aval l'eau passe de nouveau dans un tuyau en tôle de $0^m,80$ qui a 1200 mètres de longueur. Cette canalisation en tôle ne présente rien de spécial, elle a une pente moyenne de 0,5 % et repose sur une plateforme de trois mètres de largeur, munie d'un mur sec d'un mètre de hauteur.

Cette plateforme est remblayée d'une couche de terre de deux mètres de hauteur afin que partout il y ait au moins un mètre d'épaisseur de matériaux mauvais conducteurs de la chaleur au-dessus de la canalisation.

Ce mode de faire a un double but, préserver la conduite des chutes de rochers et la mettre à l'abri des fluctuations de température. Il arrivera en hiver qu'il y aura des jours ou seulement des heures pendant lesquelles l'usine ne consommera rien; l'eau étant immobile il faut la préserver du gel.

L'extrémité aval de cette conduite de $0^m,80$ entre dans une cave voûtée et se termine par une pièce à trois tubulures de $0^m,50$ de diamètre.

Deux de ces tubulures sont fermées par des joints pleins et ne seront utilisées que plus tard, quand la demande du réseau l'exigera, la troisième tubulure sert de départ à la canalisation qui descend à l'usine.

(A suivre).

L'adduction des Eaux du Pays-d'Enhaut de Sonzier sur Montreux à Lausanne.

(Suite)[1].

II. Les Travaux.

L'adjudication donnée à l'entreprise Guggenbühl et Müller, suivant soumission à série de prix, comprenait la réception des fontes aux usines, leur transport à pied d'œuvre dès les gares de livraison situées sur le parcours Chexbres-Lausanne et Lausanne-Montreux, les travaux de terrassements et de pose de Sonzier à Lausanne (place de l'Ours) sur une longueur de 28,500 m. ainsi que l'établissement des conduites accessoires et de tous les ouvrages d'art, tels que chambre de réception à Sonzier, chambres de jauge et de vannes, passerelles, galeries souterraines, murs de protection et massifs divers ; à l'exception des trois grandes passerelles à longue portée franchissant les gorges profondes de la Baie de Clarens, de la Veveyse et de la Paudèze qui furent adjugées à MM. de Vallière et fils, ingénieurs à Lausanne, et construites en béton armé selon leur système breveté.

L'entreprise fut chargée, en outre, de la commande de toutes les fontes ainsi que de leur réception à titre d'agent responsable vis-à-vis de la Commune de Lausanne qui de son côté effectua à MM. Francillon et Cie le paiement des fournitures.

Lors du décompte général il fut dressé inventaire des fontes fournies et payées, des fontes posées et des fontes intactes restant en réserve. La différence, comprenant les pièces avariées, cassées ou manquant, fut portée en déduction à l'entreprise.

Cette dernière eut encore à charge d'indemniser les propriétaires et les tiers pour tous dommages causés par les travaux aux cultures et aux ouvrages existants ; elle fut tenue de pourvoir à ses frais aux chemins d'accès pour le transport des fontes et s'engageait à garder la responsabilité entière de tous ses travaux pendant une année après leur réception provisoire.

La commune prit à sa charge uniquement l'obtention du droit de passage pour la canalisation et l'achat des terrains pour l'implantation des chambres.

Ces renseignements, ainsi que quelques autres qui suivront, sont indispensables pour l'explication des prix de revient qui seront donnés plus loin.

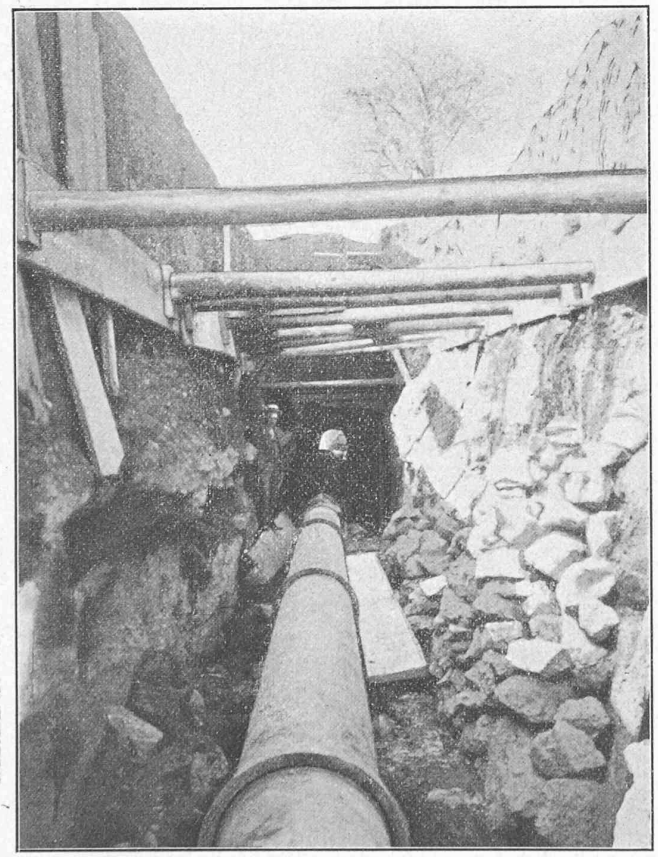
Les fontes furent toutes voiturées à pied d'œuvre sur le tracé même de la conduite le long duquel, après transport et repérage des piquets, une équipe aménageait à

[1] Voir N° du 20 juin 1902, page 149.

l'avance un chemin d'accès aux attelages ; l'ouverture de la tranchée ne se faisant que lorsque les tuyaux et les pièces spéciales étaient toutes alignées sur les bords de la fouille suivant leur ordre de pose.

Dans les siphons à forte pente des dépôts furent établis à la limite des terrains accessibles ; on descendait ensuite les fontes au fur et à mesure des besoins au moyen de cordes et suivant le fond même de la tranchée.

La largeur minimum de celle-ci fut fixée par le cahier des charges à $0^m,90$ et sa profondeur normale à $1^m,80$, de telle façon que la partie supérieure de la conduite se trouvât à $1^m,30$ au moins sous le niveau du sol naturel ; en rocher, le lit de la fouille fut toujours recouvert avant la pose d'une couche de terre fortement damée en évitation des aspérités dont les points d'appuis inégaux provoquent un travail anormal de la fonte à la flexion et comme conséquence des ruptures certaines.



Tranchée aboutissant à la galerie de Lignière sur St-Saphorin.

La tranchée se payait au mètre courant avec plus-value au m^3 pour le rocher ; en dessous de $1^m,80$ le surplus de profondeur de la fouille était payé uniquement au m^3 avec deux prix différents suivant la nature des terrains.

L'épaisseur du joint de plomb fut fixée à 65 mm. pour toutes les pressions.

Les essais de la conduite se firent au fur et à mesure de la pose par tronçons successifs et aux frais de l'entrepreneur qui devait pourvoir à l'amenée de l'eau nécessaire au remplissage des tuyaux.

Un premier essai avait lieu avant le remblayage, la conduite étant entièrement à découvert, les joints libres sur tout le pourtour et la fouille débarrassée d'eau ; on procédait à la deuxième épreuve seulement lorsque la conduite avait été recouverte sur toute sa longueur d'une couche de terre damée d'au moins 30 cm. d'épaisseur et que les accidents dus à la chute de pierres, à la malveillance ou à toute autre cause extérieure n'étaient plus à craindre. Pour chacune de ces deux séries d'essais la conduite était soumise en premier lieu pendant 24 heures à la charge statique de l'eau après quoi la pression était graduellement augmentée à l'aide d'une pompe jusqu'à ce qu'elle atteignit $1\,^1/_2$ fois la pression maximum qui pouvait se produire en service d'exploitation, la limite inférieure étant fixée à cinq atmosphères.

Cette pression était toujours maintenue pendant plusieurs heures. Les défauts signalés par les essais devaient être réparés de suite et ces derniers répétés jusqu'à constatation d'une étanchéité absolue. Grâce à cette méthode, qui fut appliquée avec rigueur, l'essai définitif de la conduite qui eut lieu sitôt après son achèvement accusa pour une longueur totale de 28,500 m. et une contenance de 5,500,000 litres une perte de 15 litres-minute seulement, soit environ $^1/_2$ litre-kilomètre-minute. Cette déperdition minime et sans importance qui était d'ailleurs due en grande partie aux nombreuses vannes de purge et de prise et principalement aux vannes-canal des chambres de jauge nous autorise à conclure que la conduite présente sur tout son parcours un degré d'étanchéité absolument remarquable. Ces constatations ont été faites avec une attention très minutieuse, non pas en jaugeant les eaux en mouvement, mais, au contraire, en observant au repos leur niveau dans les tubulures des pièces spéciales dont la section très restreinte accuse une baisse rapide même pour de très faibles pertes. Nous ajouterons encore, puisqu'il est question d'eau potable, que dans le cas d'une conduite forcée la présence d'une fuite n'implique pas la possibilité d'infiltrations, car la pression développée à l'intérieur des tuyaux est toujours supérieure à celle des eaux de surface, à condition bien entendu que la ligne de charge passe à l'extérieur du sol.

Afin de résister à la poussée au vide qui prend naissance à chaque changement de direction de la conduite et qui tend à déboîter les tuyaux, tous les points d'inflexions en plan aussi bien qu'en profil ont été contrebutés, appuyés ou chargés par des massifs de béton ou de maçonnerie.

Les courbes ont été tracées au rayon de 100 m.

Théoriquement le poids d'un massif de butée doit être au moins égal à l'effort de la poussée au vide qui se calcule par les formules suivantes :

1° pour les coudes,

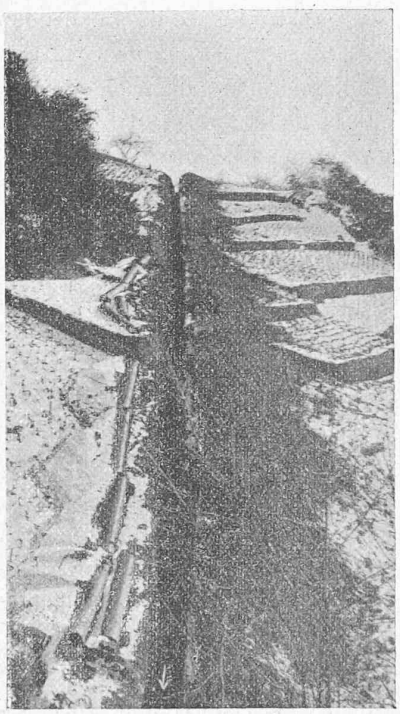
$$\text{Poussée (en kilog.)} = \frac{d^2}{4}\pi \times 2\,P \sin\frac{\alpha}{2}$$

2° pour les courbes,

$$\text{Poussée} = \frac{d^2}{4}\pi \times \frac{l}{r} \times P$$

où d = diamètre intérieur de la conduite en cm.
P = pression en atmosphères au point d'inflexion.
α = angle du coude.
l = longueur d'un tuyau.
r = rayon de la courbe.

Cependant, par suite de raisons diverses dépendant de la nature des terrains, qui exigent souvent des fondations profondes, de la largeur variable de la fouille, contre les parois de laquelle les massifs prennent appui et d'autres circonstances analogues nous avons été amené à établir généralement des massifs dépassant de beaucoup le poids théorique donné par les formules.



Dans les vignes de Chardonne.
Siphon des Gonelles. Côté Sonzier.

Si la conduite est tenue d'une part à ne pas s'élever au-dessus du niveau de la ligne de charge, rien ne l'empêche par contre de descendre les ravins les plus profonds et de remonter les escarpements les plus raides en se conformant à toutes les variations de pente du terrain.

Cependant, par suite des difficultés multiples inhérentes à un si gros calibre et des contrepentes qui peuvent résulter des tassements les plus faibles, la pente minimum a été fixée au 2 $^0/_{00}$. La pente maximum n'a pour limite que la verticale.

Les deux branches du siphon de la Baie de Clarens présentent ainsi une déclivité moyenne de 75 $^0/_0$; ailleurs, sur des tronçons plus courts, l'inclinaison est plus accentuée encore et l'angle de frottement de la fonte sur le fond de la fouille se trouve ainsi atteint et dépassé.

Dans les ravins escarpés il y a donc lieu de craindre que le poids considérable des deux colonnes en fonte n'exerce une action dangereuse sur les tuyaux de base et qu'il ne se produise sur les passerelles situées au bas des siphons une tendance au soulèvement et au flambage accompagnée d'un déboîtement des parties élevées.

Nous avons paré à ce danger en noyant les pièces coudées de la base des siphons dans de gros massifs de béton formant en même temps culées des passerelles et résistant par leur poids à la poussée oblique venant d'en haut.

En outre, dans ces mêmes siphons, les deux branches ascendantes de la conduite ont été armées contre le glissement par des massifs ancrés de distance en distance, de préférence dans le rocher, et se terminant à la partie supérieure par une murette destinée à maintenir les terres fraîchement remblayées.

Siphon des Gonelles.
Côté Lausanne.

Nous citerons principalement le siphon de la Veveyse où les différents massifs d'ancrage et de retenue présentent à eux seuls un coût de 14,000 francs.

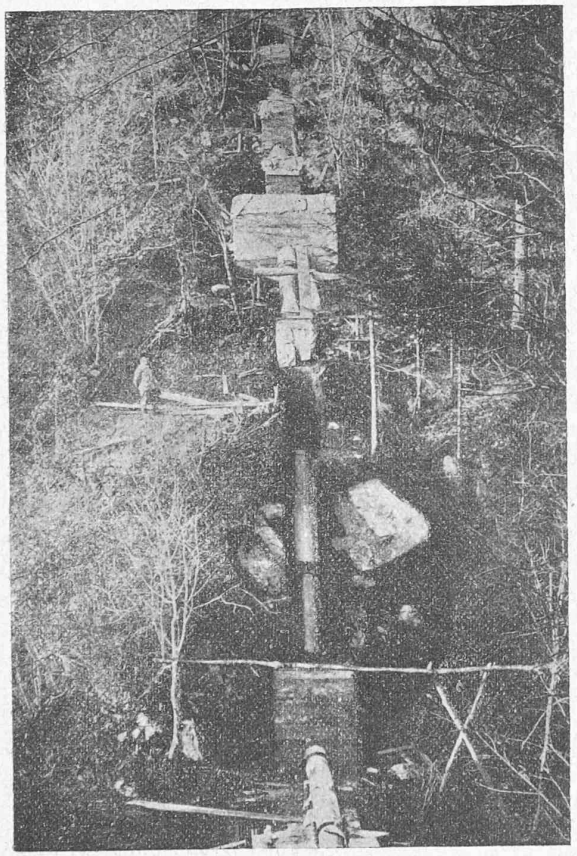
Dans tous les terrains sujets au glissement ou à la dislocation, la conduite repose sur des appuis maçonnés placés sous les têtes et fondés souvent très profondément jusqu'au sol résistant. En outre des travaux considérables de drainage ont été exécutés, soit dans la tranchée elle-même, soit aux alentours de la conduite, afin d'assainir les terrains marécageux et de faciliter l'écoulement des eaux de source ou de surface dans tous les cas où il y avait un danger à craindre pour la bonne assise des tuyaux.

Le cahier des charges fixait le commencement des travaux au 23 mai 1900 et leur achèvement au 7 septembre de l'année suivante, avec une pénalité de 200 fr. par jour de retard qui pouvait d'ailleurs, suivant le cas, se transformer en prime à l'avancement.

Le premier coup de pioche fut donné le 26 mai 1900 sur un chantier établi à Sonzier; un deuxième chantier fut ouvert immédiatement après sur la commune de Grandvaux dans la direction de Lausanne et dès ce moment les travaux furent menés avec une activité continue et ne subirent même pas d'arrêt durant la saison hivernale.

La commune de Lausanne était représentée sur les chantiers par MM. G. Junod et F. Vittoz, ingénieurs-chefs de section, auxquels était adjoint le personnel surveillant nécessaire.

Enfin M. Ch. Blanc, géomètre, fut chargé par la ville de Lausanne de procéder aux tractations avec les propriétaires pour obtention des autorisations et des droits de passage indispensables à l'avancement régulier des travaux.



Siphon de la Veveyse, rive droite.
Vue de quelques ancrages.

Le 4 juillet 1901, le dernier tuyau était posé; l'avancement journalier moyen est ainsi de 71 m. dimanches et jours de chômage compris et de 96 m. en ne tenant compte que des jours de travail.

La période du 4 juillet au 29 août fut consacrée aux travaux de parachèvement des appareillages dans les chambres ainsi qu'au remplissage définitif de la conduite qui se fit à l'aide du torrent de Brent dont les eaux durent être captées assez haut pour pouvoir refluer jusqu'au niveau de la chambre de départ de Sonzier.

Enfin le 29 août 1901 la conduite se trouvant prête à fonctionner d'une manière régulière et définitive suivant toutes les conditions du cahier des charges, l'entreprise Guggenbühl & Müller fut mise au bénéfice d'une prime à l'avancement de 10 jours.

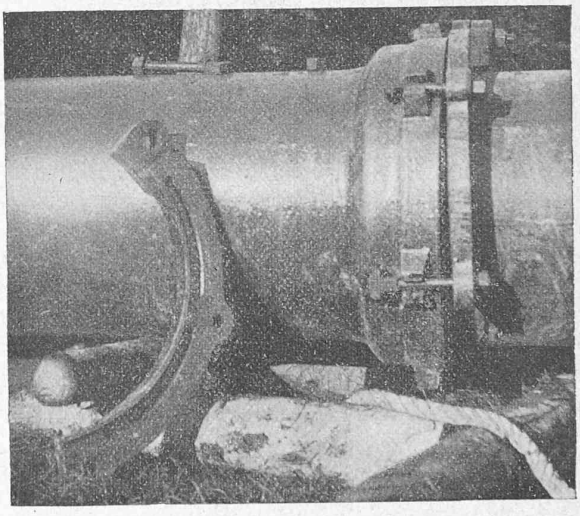
La réception provisoire de tous les travaux eut lieu le 1er octobre 1901 et à la fin de ce même mois le service d'exploitation fut régulièrement établi avec les eaux du Pays d'Enhaut en premier lieu et ensuite à titre intérimaire avec celles des Avants.

Dès ce moment jusqu'à ce jour, malgré les saisons déplorables que nous avons traversées, la conduite s'est très bien comportée et trois ruptures seulement ont été enregistrées, ce qui autorise à bien augurer de l'avenir.

Ajoutons encore que le parcours de Sonzier à Lausanne a été divisé en 13 sections de surveillance placées sous les ordres d'un surveillant chef.

III. Les Fontes.

MM. Francillon & Cie, à Lausanne, représentant les usines de Louis de Roll et de Pont-à-Mousson, reçurent l'adjudication de la fourniture complète des fontes : au poids pour les pièces spéciales, suivant série de prix pour les vannes et appareils, et au mètre courant de longueur utile pour les tuyaux.



Joint d'un tuyau à haute pression.

Ces derniers, d'un calibre uniforme de 500 mm., sont divisés en trois catégories d'épaisseur différente, suivant la pression qu'ils ont à supporter en service.

La première catégorie va de 0 à 8, la deuxième de 8 à 14 et la troisième de 14 à 20 atmosphères.

Leur longueur utile est de 4 m.; le joint à emboîtement conique exige 15 kilog. de plomb.

Les épaisseurs et les poids normaux de ces trois types de tuyaux sont :

	de Roll.		Pont-à-Mousson.	
	Poids par mètre.	Epaisseur.	Poids par mètre.	Epaisseur.
0-8 atm.	160 kg.	12 ½ mm.	195 kg.	15 ½ mm.
8-14 »	210 »	16 »	pas fourni.	
14-20 »	265 »	20 »	»	

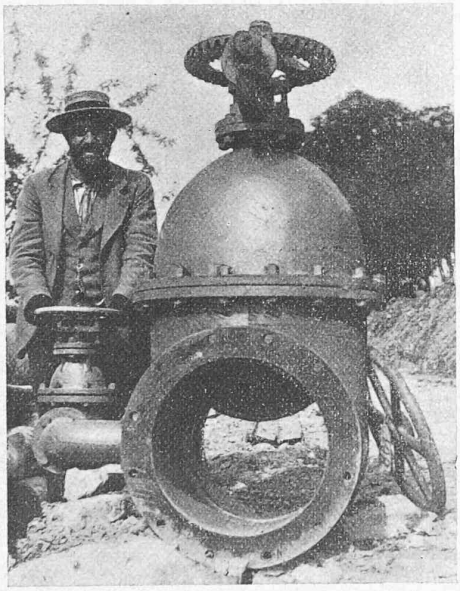
En se basant sur ces épaisseurs normales (E), on calcule l'effort auquel la paroi du tuyau est soumise en service normal (coup de bélier excepté) par la formule

$$\frac{P \times d}{2\,E}$$

où P = pression en atmosphères ; d = diamètre en cm. on trouve ainsi pour les trois catégories:

	Tuyaux de Roll Kilog. par cm. carré.	Pont-à-Mousson Kilog. par cm. carré.
0 à 8 atm.	0 à 160	0 à 129
8 à 14 »	125 à 219	
14 à 20 »	175 à 250	

Les tuyaux de la moyenne pression furent utilisés dans les siphons de la Baie de Clarens, de la Veveyse, de la Bergère, de la Paudèze et de la Vuachère sur une longueur de 710 m. et ceux à haute pression uniquement dans la partie inférieure du siphon de la Veveyse sur 237 m.



Vanne de 500 mm.

Afin d'empêcher que sous l'action des fortes pressions le joint de plomb ne vienne à être refoulé à l'extérieur, les tuyaux de la troisième catégorie sont munis de brides ou colliers de sûreté mobiles, formés de trois pièces qui entourent le plomb. Ces brides sont serrées au moyen de boulons contre l'emboîtement qui porte, à cet effet, sur son pourtour extérieur, des oreilles venues de fonte (voir la figure).

Le cahier des charges tolérait pour l'épaisseur des tuyaux une différence de 3 mm. en plus ou en moins de l'épaisseur normale et un écart de $^1/_{20}$ sur le poids des pièces spéciales arrêté à l'avance.

Les fontes de la première catégorie furent toutes essayées aux usines à une pression de 20 atmosphères, celles de la deuxième et troisième catégorie à 28 et 40 atmosphères.

(A suivre). F. Rochat-Mercier,
Ingénieur civil,

Nouvelle gare aux marchandises de Bel-Air, à Lausanne[1].

Epreuve de résistance à la trépidation et à la flexion.

L'épreuve du tablier supérieur de la nouvelle gare aux marchandises du L.-O., à Lausanne, a permis de constater un notable progrès réalisé dans la construction de tabliers à grande portée en béton armé.

L'ingénieur spécialiste, M. S. de Mollins a cherché à réaliser le mieux possible l'encastrement des pièces pour augmenter leur rigidité.

Le programme de construction imposé par la Compagnie à M. l'architecte Isoz comportait une grande travée dont les appuis en sous-sol sont distants de $9^m,90$ pour permettre la circulation d'un chariot transbordeur.

Au troisième étage, la portée entre le mur et l'axe des colonnes est de $11^m,50$; c'est sur ce vide et à une hauteur de 15 m. au-dessus du sol inférieur de la gare, qu'il fallait assurer la circulation de wagons et de chariots lourdement chargés.

La combinaison a consisté à soulager les poutres de $11^m,50$ par des filières portées sur des pilastres et des consoles distants de $8^m,77$ d'axe en axe, ceci en assurant l'encastrement en arrière des consoles par la continuité des armatures du béton et par l'amarrage des pièces au moyen d'un ancrage de la partie postérieure des poutres à une profondeur de $3^m,50$ dans le gros mur de face. Le soulèvement de la partie postérieure des poutres sur piliers est empêché par le clavetage des fers de colonnes reliés jusqu'au sol, soit sur une hauteur totale de 15 m. Tout l'édifice est en béton armé système Hennebique, façade comprise. Il ne forme donc qu'un monolithe qui contribue pour beaucoup à la rigidité constatée.

La plateforme au niveau du Grand-Pont est affectée, avons-nous dit, au trafic des wagons de marchandise et aux charrois. L'épaisseur du hourdis Hennebique est de $0^m,10$; il est recouvert d'une épaisseur de $0^m,25$ de béton, d'une chape d'asphalte et de pavés d'asphalte. Ce recouvrement est destiné à répartir les charges et à permettre la circulation des lourds véhicules. Les nervures de la grande travée ont $0^m,51 \times 0^m,20$, elles sont espacées de $1^m,20$ d'axe en axe.

On a choisi pour l'épreuve le point où l'encastrement était le plus faible, le prolongement des armatures des poutres étant coupé au ras de la seconde filière pour laisser passage à l'ascenseur à wagons (le croquis qui suit indique ces dispositions).

Le 16 mai, M. l'ingénieur Dommer a procédé aux épreuves en présence des intéressés ; il fit circuler des wagons sur les diverses voies construites sur la plateforme et fit placer deux appareils Rabut et un appareil à levier au

[1] Voir N° du 20 mai 1902, page 127.