Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 77 (1951)

Heft: 1

Artikel: Le dessableur de l'usine de Lavey pour un débit de 200 m3 : sec (chute utile 35 à 43 m, puissance installée 100000 CV)

Autor: Dufour, Henri

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-58141

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: 09.12.2025

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

77e année 13 janvier 1951 No 1

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les quinze jours

Abonnements:
Suisse: 1 an, 24 francs
Etranger: 28 francs

Pour sociétaires:
Suisse: 1 an, 20 francs
Etranger: 25 francs

Pour les abonnements s'adresser à la librairie
F. Rouge & Cie
à Lausanne

Prix du numéro: Fr. 1,40

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

Comité de patronage — Président: R. Neeser, ingénieur, à Genève; Vice-président: G. Epitaux, architecte, à Lausanne; Secrétaire: J. Calame, ingénieur, à Genève — Membres, Fribourg: MM. P. Joye, professeur; E. Lateltin, architecte — Vaud: MM. F. Chenaux, ingénieur; E. d'Okolski, architecte; A. Paris, ingénieur; Ch. Thévenaz, architecte — Genève: MM. L. Archinard, ingénieur; Cl. Grosgurin, architecte; E. Martin, architecte; V. Rochat, ingénieur — Neuchâtel: MM. J. Béguin, architecte; G. Furter, ingénieur; R. Guye, ingénieur — Valais: MM. J. Dubuis, ingénieur; D. Burgener, architecte.

Rédaction: D. Bonnard, ingénieur. Case postale Chauderon 475, Lausanne.

Conseil d'administration de la Société anonyme du Bulletin Technique: A. Stucky, ingénieur, président; M. Bridel; G. Epitaux, architecte; R. Neeser, ingénieur.

Tarif des annonces
Le millimètre (larg. 47 mm) 20 cts
Réclames: 60 cts le mm (largeur 95 mm)
Rabais pour annonces répétées
Annonces Suisses S.A.
5, Rue Centrale Tél. 22 33 26
Lausanne et succursales

SOMMAIRE: *Le dessableur de l'Usine de Lavey*, par H. Dufour, ingénieur. — Société suisse des ingénieurs et des architectes: *Extrait des procès-verbaux.* — Nécrologie: *Robert Sauser, ingénieur.* — Bibliographie. — Service de Placement. — Nouveautés, Informations diverses: *Nouveau débarcadère de Nyon.*

LE DESSABLEUR DE L'USINE DE LAVEY

pour un débit de 200 m³ : sec.

(Chute utile 35 à 43 m. Puissance installée 100 000 CV)

par HENRI DUFOUR, ing. S. I. A., à Lausanne

Invité par la Direction des Services industriels de la Ville de Lausanne à élaborer un projet de dessableur pour sa nouvelle usine alors à l'étude et bien que les auteurs du projet d'ensemble nous eussent renseigné sur les quantités et les dimensions des alluvions qui, avec les installations prévues pour la prise d'eau, pourraient encore pénétrer dans le tunnel, nous avons tenu à connaître les quantités et les dimensions des alluvions charriées par le Rhône à Evionnaz où allait se trouver cette nouvelle prise d'eau.

Cette connaissance nous a paru nécessaire car nous savions, sans en connaître l'ordre de grandeur, qu'au printemps et en été le Rhône charrie de grandes quantités d'alluvions capables d'obstruer la grille d'entrée du futur tunnel, d'en user le fond ainsi que les conduites forcées et surtout les turbines de l'usine à construire.

Au cours d'entretiens avec quelques collègues intéressés à la construction de la nouvelle usine, nous avions pu nous rendre compte que ceux-ci ne partageaient pas notre appréciation sur l'importance des charriages du Rhône et, à cette époque, on pouvait se demander quelle serait l'efficacité des ouvrages envisagés pour la prise d'eau d'Evionnaz.

Il va d'autre part sans dire que, pour adapter la construction d'un dessableur, non seulement aux conditions topographiques locales, mais aussi aux débits liquides et solides d'un cours d'eau, il convient de connaître ces derniers dans toute la mesure du possible.

Charriage des alluvions dans le Rhône à Evionnaz

Les débits liquides du Rhône ont été déterminés par le Service fédéral des eaux, à Berne, dans plusieurs stations de jaugeages et, notamment, depuis 1914, dans celle de la Porte du Scex.

Le bassin de réception du Rhône en cet endroit étant de 5220 km², on peut, sans erreur notable, admettre qu'à Evionnaz, où ce bassin est de 4714 km², les débits du Rhône correspondent aux 90 % de ceux à la Porte du Scex.

Les diagrammes de la figure 1 du présent exposé représentent, ainsi calculés, les débits journaliers moyens du Rhône à Evionnaz, pour les années 1925 avec faibles débits, 1941 avec débits moyens et 1936 avec forts débits.

La détermination directe des débits solides du Rhône en un endroit donné n'étant pas possible, nous avons essayé de les chiffrer, en utilisant les sources aujourd'hui connues et disponibles.

Préalablement, il convient de noter que les débits solides du Rhône à Evionnaz comprennent les alluvions en suspension dans l'eau, limons et sables fins, ainsi que celles roulées sur le fond, sables plus ou moins grossiers, graviers et galets.

Il est facile de se représenter que pour un débit solide total donné, la quantité des alluvions roulées sur le fond est d'autant plus grande que ce fond est rectiligne, régulier comme surface et que la vitesse de l'eau est plus faible. Ce sont sur-

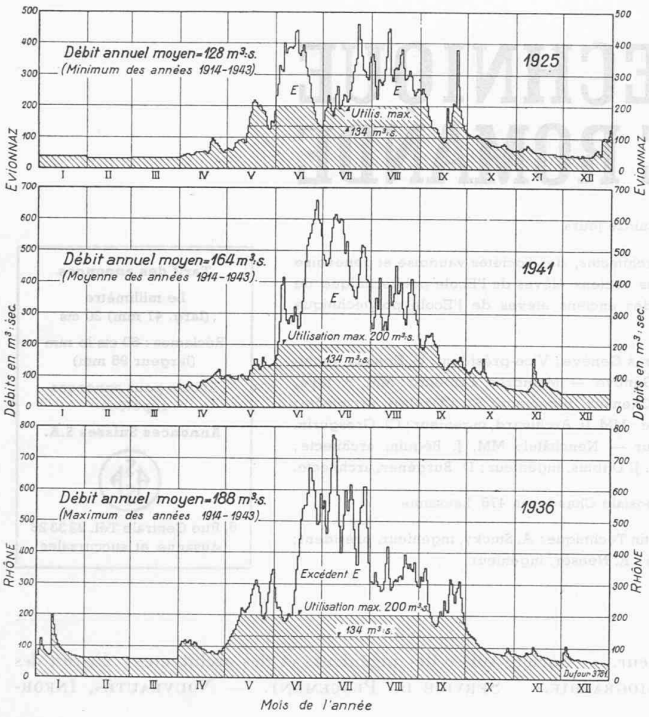

Fig. 1. — Débits journaliers et mensuels moyens du Rhône à Evionnaz, bassin de réception 4714 km². 1925 année sèche, 1941 année de débits moyens, 1936 année humide.

tout ces alluvions grossières, roulées sur le fond, les plus dangereuses pour le tunnel, les conduites forcées et les turbines, que les ouvrages de prise et le dessableur devront éliminer de l'eau dérivée dans toute la mesure du possible.

Les alluvions qui, malgré ces dispositifs, resteront en suspension dans l'eau du tunnel, ne seront pas encore totalement inoffensives pour les turbines. On a donc cherché à en atténuer les effets par le choix de métaux appropriés, par une construction bien étudiée des distributeurs et des roues motrices, permettant de remplacer les pièces dont l'usure, après un certain nombre d'années, deviendrait manifestement nuisible aux bons rendements et à la sécurité de marche de ces machines.

Ceci dit, revenons à notre étude dont le but est la détermination des quantités d'alluvions charriées par le Rhône à Evionnaz.

Dans l'ouvrage du Service fédéral des eaux : *Le charriage des alluvions dans certains cours d'eau de la Suisse, 1916*, M. le Dr L.-W. Collet, alors directeur de ce service, décrit par le détail l'expérience extrêmement intéressante et utile, exécutée les 6 et 7 août 1913 au barrage de l'Usine de Chippis, à La Souste, où le bassin de réception du Rhône est de 2258 km².

Pendant les 18 heures qu'a duré l'expérience, le débit du Rhône, à la Station de jaugeages de Gampenen peu en amont de La Souste, a varié de 152 à 229 m³/sec, le débit moyen étant de 186 m³/sec. La teneur moyenne de l'eau en alluvions en suspension a été de 0,237 l par m³, leur volume de 2850 m³, celui des galets, graviers et sables roulés sur le fond de 2303 m³.

Ce dernier volume était donc les

$$\frac{2303 . 100}{(2850 + 2303)} = 44{,}7\ \%$$

du volume total des matériaux, respectivement du débit solide transporté ce jour-là par le Rhône dont la hauteur était inférieure à la normale à cette époque de l'année.

Dans ces conditions, le volume total d'alluvions transportées par le Rhône à Evionnaz en 24 heures, pourrait avoir été de

$$\frac{(2850 + 2303)\ 4714 . 24}{2258 . 18} = 14\,370\ \text{m}^3.$$

Cette augmentation du volume des alluvions transportées par le Rhône, dans la même proportion que celle de son bassin de réception, reste peut-être un peu en dessous de la réalité, car les charriages de la Navizance, de la Borgne et de la Drance, débouchant dans le Rhône entre La Souste et Evionnaz, sont très importants.

D'autre part, selon les renseignements obtenus du Service des eaux et des Forces hydrauliques du canton du Valais, à Sion, en octobre 1944, le Rhône, depuis l'achèvement des corrections apportées à son lit, transporte jusqu'au Léman toutes les alluvions qui lui parviennent de son origine et de ses affluents. Pour le moment, le chiffre ci-dessus n'est donc pas à modifier pour tenir compte de dépôts qui se produiraient dans le lit du Rhône, comme cela était le cas avant les corrections.

Par suite de l'usure des galets et des graviers au cours de leur charriage, la proportion des matériaux grossiers, roulés sur le fond, doit être moindre à Evionnaz qu'à La Souste. En admettant qu'elle est encore de 30 % au lieu de 44,7 du volume total, *on obtient pour Evionnaz, un volume journalier de matériaux roulés sur le fond de*

$$\frac{14\,370 . 30}{100} = 4310\ \text{m}^3.$$

Si l'on admet par exemple que les installations de prise et d'épuration de l'eau d'Evionnaz doivent éliminer toutes les alluvions roulées sur le fond, on aurait ainsi l'ordre de grandeur des quantités à considérer pour un jour pendant lequel le débit solide du Rhône serait ce qu'il était lors de l'expérience de La Souste.

Dans l'ouvrage déjà cité, selon le Dr Uetrecht, le poids des alluvions en suspension transportées par le Rhône à la Porte du Scex, du 16 mai au 15 septembre 1904, a été de 3 263 019 tonnes, ce qui donne une moyenne de 3 263 019 : 123 = 26 500 tonnes par jour.

La densité des alluvions en suspension étant d'environ 1,5, le volume de celles-ci aurait été de 26 500 : 1,5 = 17 670 m³ par jour.

En admettant qu'à la Porte du Scex, toujours par suite de l'usure des galets et graviers dont l'effet, vu le plus long parcours, est plus sensible qu'à Evionnaz, la proportion des matériaux roulés sur le fond n'est plus que de 25 % du volume total, leur volume moyen serait de

$$\frac{17\,670 . 4}{3}\ 0{,}25 = \sim 5900\ \text{m}^3\ \text{par jour}$$

et à Evionnaz de

$$\frac{5900 . 4714 . 30}{5220 . 25} = 6380\ \text{m}^3\ \text{par jour.}$$

Ce chiffre de 6380 m³, bien que supérieur, est néanmoins comparable à celui de 4310 m³, trouvé en partant de l'expérience de La Souste.

Selon les publications y relatives du Service fédéral des eaux, à Berne, le volume des alluvions déposées dans les lacs par certains cours d'eau de la Suisse sont les suivants :

Noms des cours d'eau et des lacs	Années d'observations	Dépôts annuels dans les lacs, en m³ par km² du bassin de réception
Ach + Rhin (Constance) .	1921 à 1931	513 m³
Aar (Brienz)	1898 à 1933	280 m³
Linth (Wallenstadt) . . .	1910 à 1931	227 m³
Tessin, Verzasca et Maggia dans le lac Majeur . .	1890 à 1932	388 m³
Maggia (dans le lac Majeur)	1890 à 1926	612 m³
Reuss (Quatre-Cantons). .	1851 à 1878	176 m³
Kander (Thoune)	1714 à 1866	362 m³

Moyenne des sept dépôts annuels : 365 m³ par km².

Si, pour le Rhône à Evionnaz, on admettait un volume d'alluvions transportées de 365 m³ par an et par km², chiffre peut-être inférieur au chiffre réel, et une durée de la vague des transports solides du 15 mai au 15 septembre, le volume total moyen des alluvions transportées serait de

$$\frac{4714 . 365}{123} = 14\,000 \text{ m}^3 \text{ par jour,}$$

dont,

$$14\,000 . 0{,}30 = 4200 \text{ m}^3 \text{ par jour}$$

roulées sur le fond.

Ce chiffre de 4200 m³ est comparable à ceux trouvés en partant de l'expérience de La Souste et des prélèvements opérés à la Porte du Scex.

Le directeur de la Société « Rhôna », au Bouveret, estime que le volume total des alluvions transportées par le Rhône à son embouchure dans le Léman doit être d'environ 2 à 3 millions de m³ par an.

Si, pour le dépôt du Rhône dans le Léman, on admet de nouveau le chiffre plutôt faible de 365 m³ par km² et par an, on obtient un volume de

$$5220 . 365 = 1\,900\,000 \text{ m}^3 \text{ par an}$$

chiffre légèrement inférieur, mais cependant comparable à l'estimation du directeur de la Rhôna.

Avec sa grande drague aérienne traversant le Rhône, la Rhôna extrait, par jour, 400 à 450 m³ de galets, graviers et sables qui, selon son directeur, ne sont qu'une faible partie de ceux roulés sur le fond ; il est même arrivé que, sans changer la position du câble, elle ait pu extraire 25 000 m³ de matériaux sur une surface de seulement 50 m².

En 1946, la Rhôna en a sorti du Rhône 67 000 m³, en 1948, 80 000 m³.

Les plus gros galets extraits du Rhône à son embouchure dans le lac ont un diamètre moyen d'environ 15 cm ; dans les années à charriage moyen ce diamètre est de 10 cm, dans celles à faible charriage de seulement 5 cm.

Les sables les plus fins amenés par la drague, ont des grains de 1 à 2 mm.

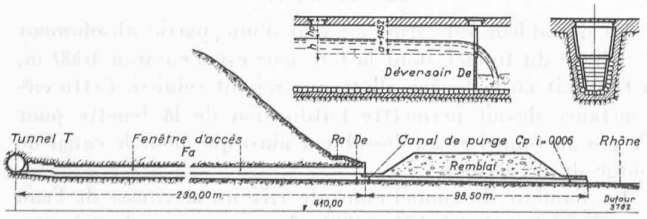

Fig. 2. — Coupe en travers du tunnel *T*, coupe en long de la fenêtre d'accès *Fa* et du canal de purge *Cp*, avec le dessableur et le déversoir *De* pour l'étalonnage de ses vannes de purge. *Ro* = route de Morcles.

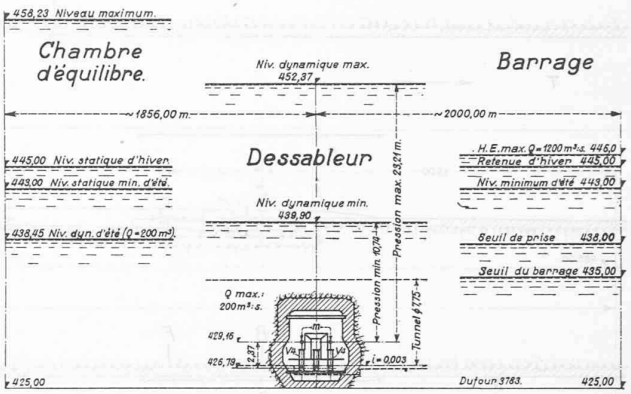

Fig. 3. — Position du dessableur par rapport aux niveaux de l'eau : à la prise près d'Evionnaz, à l'endroit du dessableur et dans la chambre d'équilibre de l'usine.

La densité des alluvions draguées est d'environ 1,8 alors que celle des matériaux en suspension est voisine de 1,5.

La majeure partie des alluvions extraites du Rhône est de nature granitique et l'usure des appareils de la Rhôna rapide. Certaines de leurs pièces en tôle ordinaire s'usent de 6 mm en 3 mois, d'autres encore plus rapidement.

De l'exposé qui précède, il résulte qu'au printemps et en été, soit du 15 mai au 15 septembre, le volume journalier moyen des alluvions roulées sur le fond du Rhône à Evionnaz peut être de 4000 à 6000 m³ ce qui, pour une densité de 1,8, représente la charge de 720 à 1080 wagons de 10 tonnes. Au moment des

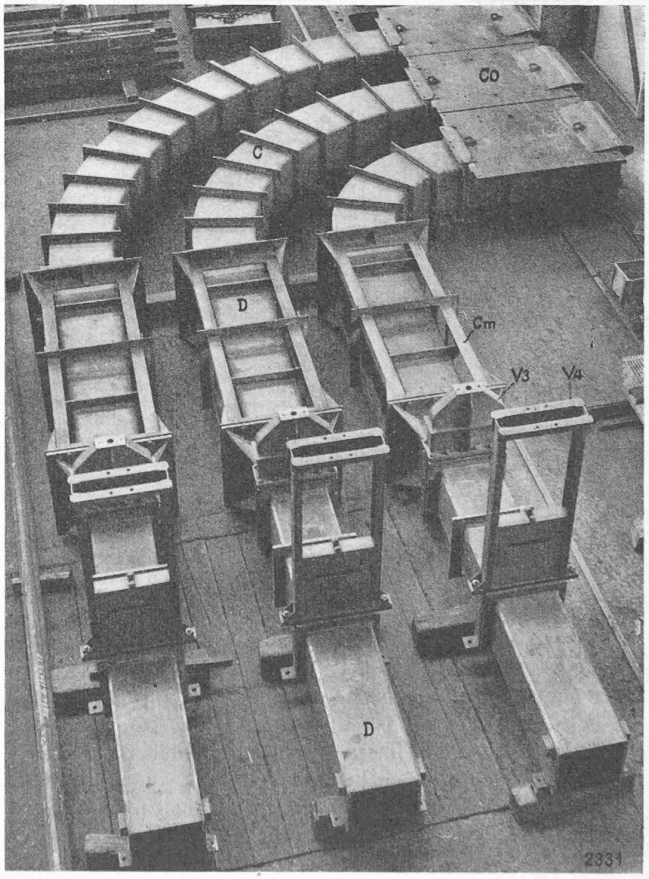

Fig. 7. — *Co* : couverture des orifices *O*, *C* : canaux coudés, *D* : canaux droits, *Cm* : cadres muraux, V_3 : vannes à lunette et V_4 : vannes de réglage, sans treuil, assemblées à l'atelier.

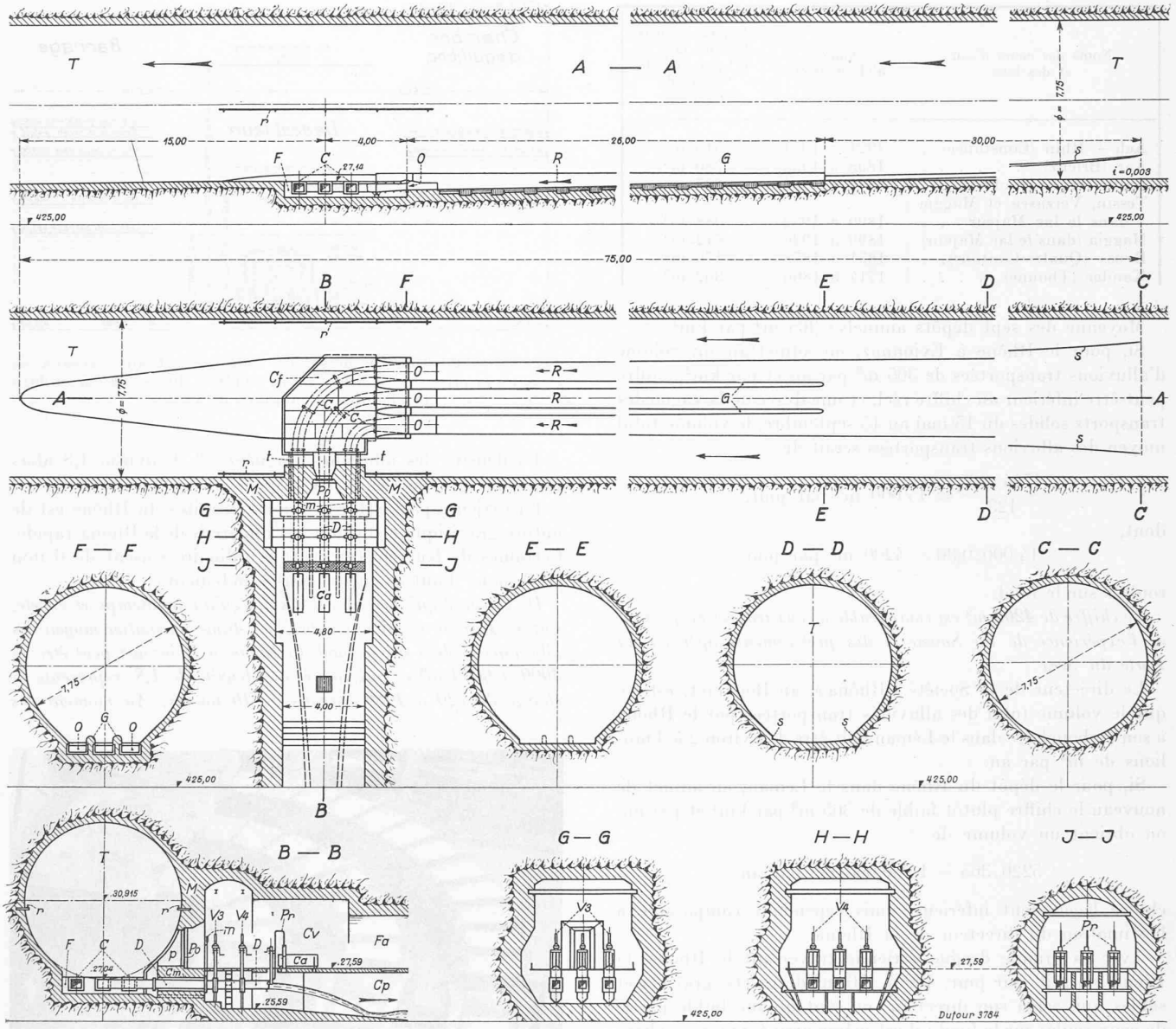

Fig. 4. — Ensemble du dessableur. Echelle 1 : 300.

T : tunnel de l'usine, *s-s* : seuils, *R* : rigoles, *G* : guideaux, *O* : orifices de purge, *C* et *D* canaux en tôle, *M* : mur de fermeture du tunnel, *Cm* : cadres muraux, *Po* : porte d'accès au dessableur et au tunnel, *r* : rails du pont roulant, *Cv* : chambre des vannes, V_3 : vannes à lunette à fermer pendant les périodes de basses eaux du Rhône, V_4 : vannes pour le réglage de l'eau de purge pendant ses crues, *Pr* : préleveurs pour les alluvions de l'eau de purge, *Ca* : caisses de décantation, *Cp* : canal de purge vers le Rhône, *Fa* : fenêtre d'accès, de l'extérieur à la chambre des vannes.

crues, avec vagues d'alluvions, ce volume journalier est notablement plus élevé.

Les dimensions de ces alluvions vont de celles des galets de 15 à 20 cm de diamètre au limon le plus fin, en passant par toute la gamme des graviers et des sables.

La majeure partie de ceux-ci étant de nature granitique, ces matériaux seraient capables d'user les organes des turbines plus rapidement que les tôles des appareils de la Société Rhôna, dans lesquels, vu la faible vitesse de mouvement, il n'y a pas de pression ni de chocs comparables à ceux qui se produisent dans les turbines travaillant sous une chute de 35 à 43 m.

Les Services industriels de la Ville de Lausanne avaient donc un intérêt éminent à ce que les ouvrages de prise et d'épuration de l'eau dérivée pour l'Usine de Lavey éliminent la plus grande partie possible des alluvions charriées par le Rhône à Evionnaz.

Le dessableur

Le dessableur est situé à l'aval d'une partie absolument rectiligne du tunnel, dont la longueur est d'environ 1600 m, à l'endroit où la fenêtre d'attaque rejoint celui-ci. Cette circonstance devait permettre l'utilisation de la fenêtre pour l'accès au tunnel et au dessableur ainsi que pour le canal de purge de ce dernier.

Le diamètre du tunnel étant de 7,75 m, la vitesse de l'eau pour les débits de 67, 134 et 200 m³/sec, correspondant à ceux d'un seul, de deux et de trois groupes de machines, y sera de 1,42, 2,84 et 4,24 m/sec.

Le principe du dessableur de Lavey, de notre Type 3, est

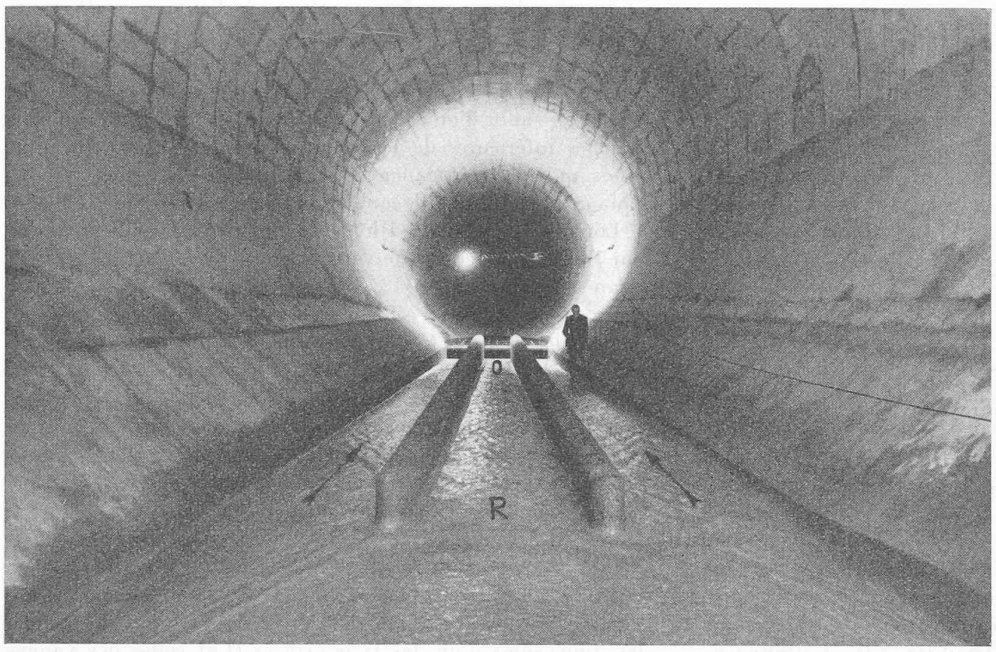

Fig. 5. — Organes du dessableur situés dans le tunnel, vus de l'amont. *R* : rigoles, *O* : orifices de purge.

basé sur le fait que les alluvions charriées par l'eau d'un canal ou d'un tunnel rectiligne et à parois lisses, conservent leur tendance à se précipiter vers le fond pour y être roulées, même si la vitesse de l'eau est notable. Cette précipitation est tout naturellement d'autant plus complète que la vitesse de l'eau est plus faible et la partie rectiligne du tunnel plus longue. Il suffit alors de capter et de faire écouler hors du tunnel la couche inférieure de l'eau chargée d'alluvions, par un certain nombre d'orifices, conçus et dimensionnés de façon à ne pas s'obstruer, à ne pas provoquer de tourbillons ni consommer trop d'eau, pour obtenir une épuration très poussée de l'eau du tunnel.

La première réalisation de ce type de dessableur, simple, peu encombrant et efficace, sur le canal des Usines de Pont-de-Claix et du Drac-Inférieur, a été expérimentée au Laboratoire des Ateliers de Constructions mécaniques de Vevey sur un modèle réduit et décrite dans le *Bulletin technique de la Suisse romande* du 7 novembre 1936. Vinrent ensuite divers dessableurs sur la Dora Riparia, l'Anza, le Toce, la Romanche et d'autres torrents de l'Italie du Nord et de la France, puis ceux des usines de Hône 55 m³/sec, de Donnaz 72 m³/sec sur la Dora Baltea, au pied du fort de Bard qui, en 1800, retarda sérieusement l'armée de Napoléon entre le Grand-Saint-Bernard et Marengo et, enfin, celui de Funes sur l'Isarco, affluent de l'Adige, 100 m³/sec, décrit dans le *Bulletin technique* du 2 octobre 1943, pour ne citer que les plus importants de ceux exécutés selon nos plans.

Le but recherché par le dessableur de Lavey est l'élimination de la plus grande partie possible des graviers et des sables qui, à certaines époques, pourront pénétrer dans le tunnel.

La figure 2 donne une coupe en travers du tunnel *T* et une coupe en long du canal de purge *Cp* allant du dessableur au Rhône, avec leur position par rapport à la surface du terrain, ainsi que le détail du déversoir *De* sur lequel nous reviendrons. Le schéma de la figure 3 montre la position du dessableur par rapport aux divers niveaux approximatifs de l'eau qui, au cours de la marche de l'usine, se présenteront au barrage, sur le dessableur et dans la chambre d'équilibre.

La figure 4 est une vue d'ensemble du dessableur avec quelques détails de ses organes principaux. En venant de l'amont, on distingue d'abord les seuils *s* qui commencent la concentration des alluvions roulées sur le fond vers un chenal central, divisé par les deux guideaux *G* en trois rigoles *R* aboutissant aux orifices *O* du dessableur visible sur la figure 5. Ces orifices sont construits de façon à éviter dans toute la mesure du possible les accrochages de déchets et de bran-

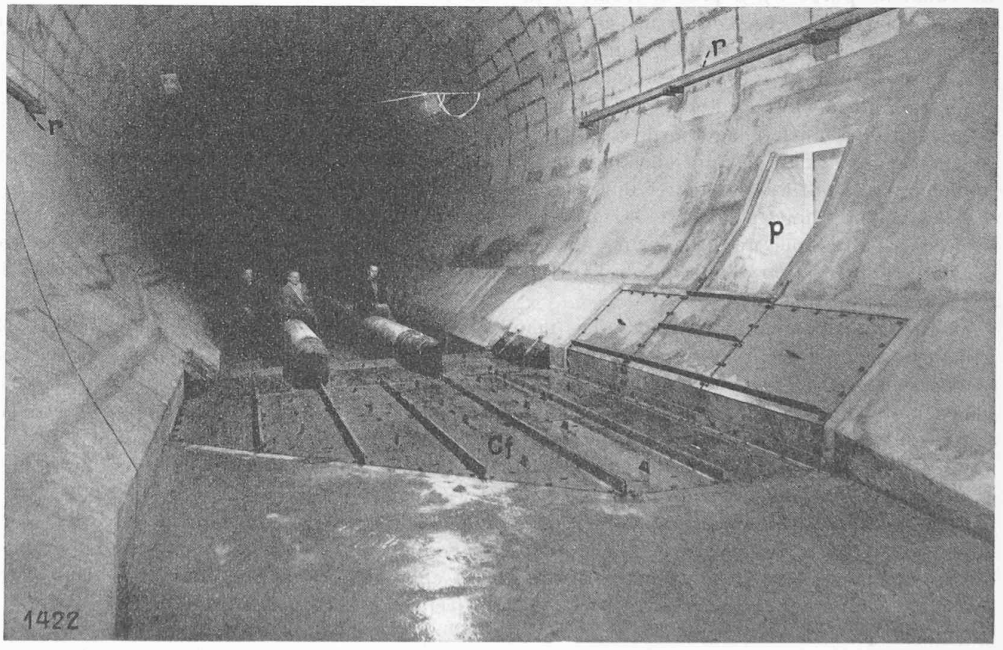

Fig. 6. — Organes du dessableur situés dans le tunnel, vus de l'aval. *Cf* : couverture de la fosse des canaux en tôle, *p* : ouverture pour l'accès au dessableur et au tunnel, à fermer par des panneaux en tôle, *r* : rails du pont roulant.

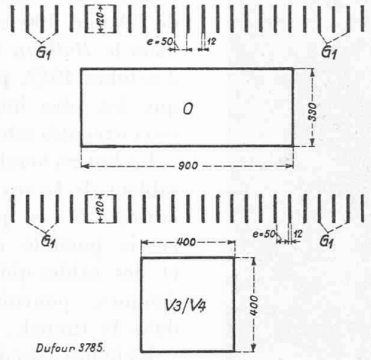

Fig. 8. — Relation entre l'écartement libre *e* des barreaux de la grille à l'entrée du tunnel et les sections des orifices *O* ainsi que des vannes V_3 et V_4 du dessableur. Echelle 1 : 30.

ches qui auraient pu traverser la grille d'entrée du tunnel.

Les orifices *O* sont suivis des canaux coudés *C* logés dans une fosse *F* avec couverture en tôle ajourée *Cf* visible sur la figure 6, des canaux droits *D* traversant les cadres muraux *Cm* et portant, dans leur partie aval, les vannes à lunette V_3 ainsi que les vannes de réglage V_4. L'ensemble de ces organes de purge métalliques, assemblés dans les Ateliers de Vevey qui les ont exécutés selon nos plans de détails, est donné par la figure 7.

A l'extrémité aval des canaux *D*, fixés à ceux-ci et au plancher en béton, se trouvent les trois préleveurs d'eau de purge *Pr* qui la déversent dans les trois caisses *Ca* de la figure 4 avec toutes ses alluvions.

On voudra bien remarquer que le dessableur ne modifie pratiquement pas la section libre du tunnel, que la fosse *F* est peu profonde, comment la sortie des canaux *D* et la porte *Po* ont trouvé place dans le mur *M-M* qui, de toute façon, devait être construit pour fermer l'ouverture de la fenêtre d'attaque. Le canal de purge *Cp* a pris la forme d'une cunette de la fenêtre d'accès *Fa*, avec couverture en béton, munie de trois regards grillés, sur toute sa longueur d'environ 230 m.

Le dessableur de Lavey a été exécuté avec trois orifices de purge pour bien éliminer toutes les alluvions roulées sur le large fond du tunnel. Chaque orifice est suivi de son canal et de ses vannes de purge, qui, ici, n'ont pas été réunis en un seul comme à Pont-de-Claix parce que, vu l'inaccessibilité des orifices dans le tunnel pendant le service de l'usine, il nous a paru nécessaire que, de l'extérieur, on puisse, au besoin, constater l'obstruction de l'un ou de l'autre de ces orifices et canaux pour le libérer.

Une telle obstruction ne doit pas, mais pourrait exceptionnellement se produire, par des branches ou déchets volumineux si, malgré nos recommandations, l'écartement entre les barreaux de la grille G_1 à l'entrée du tunnel venait, par place, à augmenter, ou si, par suite d'une fermeture prolongée des vannes V_3 et V_4, les matériaux déposés devant les orifices *O* avaient eu le temps de se durcir.

Pour la libération d'un orifice obstrué, pendant la marche de l'usine, nous avons prévu le lancement d'air comprimé qui serait introduit par les ouvertures laissées à cet effet sur son canal droit, en amont de la vanne V_3 et entre celle-ci et la vanne V_4.

Les formes et les dimensions des ouvrages en béton, béton armé et pierres de taille ont été exécutés très exactement selon nos plans par l'Entreprise R. Bellorini Fils, à Lausanne, et, en ce qui concerne les armatures du béton et les éléments des pierres de taille selon les plans de la Direction des travaux.

Le fonctionnement du dessableur est extrêmement simple puisqu'il suffit d'ouvrir les vannes V_3 et V_4 pour que les couches inférieures de l'eau du tunnel avec toutes les alluvions qu'elles contiennent s'écoulent par les orifices *O*, les canaux *C* et *D* dans le canal *Cp* qui les restitue au Rhône.

Lorsque le débit du Rhône est inférieur à celui demandé par l'usine, on réduit l'ouverture ou on ferme totalement les vannes de purge V_3 et V_4. Les petites quantités de sable qui, dans ces conditions, se sont jusqu'à maintenant déposées devant les orifices *O*, ont été évacuées chaque semaine en ouvrant les vannes V_3-V_4 pendant quelques instants.

Les diagrammes de la figure 1 montrent que, pratiquement, la purge continue du dessableur dont le débit normal sera d'environ 4 m³/sec, pourra rester en fonction pendant toutes les périodes de crues et de charriages du Rhône, sans perte d'eau pour la production d'énergie.

Ceci dit, il nous paraît intéressant de mentionner quelques détails et particularités de l'installation.

La figure 8 montre la relation entre l'écartement libre *e* des barreaux en fers plats de la grille G_1 à l'entrée du tunnel, les dimensions d'un des trois orifices *O* et celles des vannes V_3-V_4 du dessableur. Le choix judicieux de cette relation a une grande importance puisque la grille G_1 doit retenir tous les matériaux capables d'obstruer les organes de purge du dessableur.

Nous dirons ici que le peigne du dégrilleur Jonneret est muni de griffes lui permettant de saisir et d'extraire les graviers et les déchets même coincés entre les barreaux de la grille.

Pour bien résister à l'usure, le fond des rigoles *R* ainsi que les guideaux *G* sont en granit bouchardé, les entrées des orifices *O*, les canaux *C* et *D*, en tôle d'acier de 25, 20 et 15 mm d'épaisseur.

Pour en permettre le démontage facile au moyen d'un petit pont roulant démontable lui-même, les canaux *C* sont boulonnés entre eux et sur des supports scellés dans le fond de la fosse *F* ; ils peuvent passer par la porte *Po*. Les canaux *D* sont boulonnés aux cadres muraux *Cm* et peuvent en être retirés vers la chambre des vannes *Cv* dont la poutraison et la partie en bois du plancher sont facilement démontables.

Les deux tuyaux *t* avec chacun leur vanne permettront le vidage de la fosse *F* pour l'inspection et le démontage des canaux *C*.

La porte *Po*, montée sur gonds et qui pourra avoir à supporter une pression de 40 tonnes, est solidement boulonnée à son cadre bien ancré dans le mur *M*. L'ouverture *p* dans la paroi cylindrique du tunnel visible sur la figure 6 est fermée par quatre panneaux en tôle, ajourés et facilement démontables après l'ouverture de la porte *Po*.

Grâce à un jeu de tuyaux et de robinets, chacun des deux manomètres *m* peut être amené à indiquer la pression de l'eau dans le tunnel ou dans les deux canaux *D* extérieurs.

Les vannes de fermeture V_3 de 400 × 400 mm, dites à lunette, ont été conçues et construites spécialement pour le dessableur de Lavey. Ouvertes entièrement, elles assurent la parfaite continuité des canaux *D*, fermées, elles donnent une bonne étanchéité. Une petite vanne permet d'en purger la calotte inférieure.

Les vannes de réglage V_4, de même calibre que les V_3, sont d'un type ayant fait ses preuves dans de nombreux dessableurs, qui permet d'éviter les tourbillons du jet d'eau de purge chargée de sable et les corrosions. Leur construction

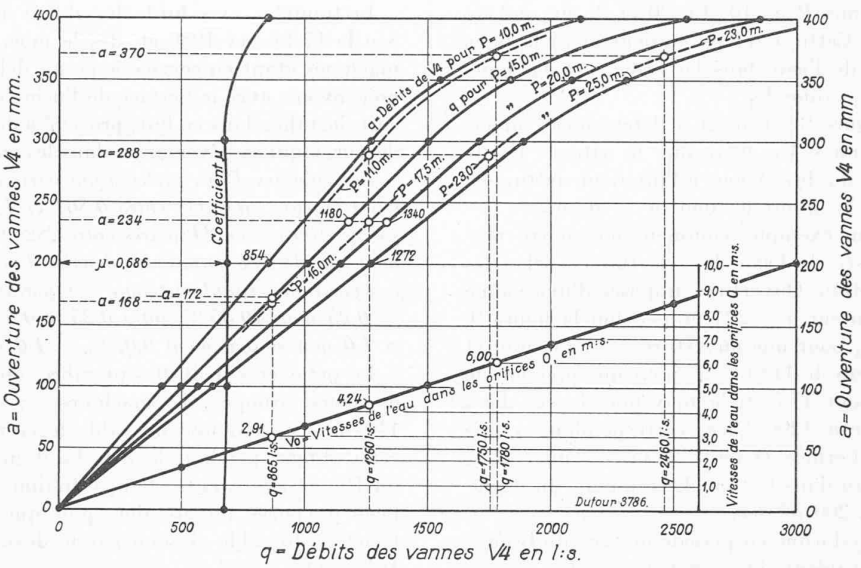

Fig. 9. — Relation entre les ouvertures a d'une vanne de purge V_4, les pressions P de l'eau dans le tunnel, les débits effectifs q de cette vanne et les vitesses Vo de l'eau dans l'orifice O situé dans le tunnel. Ce graphique sert à déterminer l'ouverture adéquate de la vanne V_4 pour chaque débit du tunnel, fonction lui-même de la puissance des machines, de leur rendement et de la chute nette disponible.

est peu coûteuse, leurs pièces les plus exposées à l'usure sont facilement remplaçables.

Chacun des trois préleveurs se compose d'un cadre fixe et d'un cadre mobile, ce dernier étant mu verticalement par un petit treuil à crémaillère et portant le tuyau de prise vertical dont l'extrémité inférieure est coudée vers l'amont, la partie supérieure vers l'aval pour déverser l'eau prélevée dans la caisse *Ca*. L'extrémité inférieure du tuyau de prise peut être présentée à différentes hauteurs dans le jet sortant de la vanne V_4 et l'on obtient ainsi les alluvions de ce dernier, quelle que soit leur répartition en hauteur. La caisse *Ca* a une contenance de 500 litres, l'écoulement de l'eau décantée se fait par un trou dans son fond, sans entraînement du résidu déposé, qui est recueilli, séché et mesuré.

Débit des vannes de réglage V_4 et prélèvement des alluvions éliminées par le dessableur

On conçoit facilement que pour éliminer la plus grande quantité possible des alluvions roulées sur le fond du tunnel et à une certaine hauteur au-dessus, il importe que, non seulement les dimensions et les formes des orifices O soient tout à fait adéquates, mais aussi que la vitesse de l'eau de purge à l'entrée de ces orifices soit au moins égale et probablement un peu supérieure à celle des couches inférieures de l'eau dans le tunnel.

Cette dernière vitesse pourra être déterminée approximativement par le service de l'usine, sur la base de la puissance des machines, de leurs rendements, de la chute disponible et de la courbe des vitesses de l'eau dans une conduite forcée (*Bulletin technique* du 24 avril 1926). La vitesse de l'eau de purge à l'entrée des orifices se calculera sur la base du débit des vannes de réglage V_4, fonction de leurs ouvertures a, de la pression de l'eau P dans le tunnel et d'un coefficient μ tenant compte des contractions à l'entrée des orifices O et à la sortie des vannes V_4, du changement de direction et des frottements de l'eau dans les organes de purge du dessableur.

Nous avions en son temps proposé, ce qui a été admis par la Direction des travaux, de déterminer ce coefficient μ expérimentalement et pour cela d'installer dans le canal de purge *Cp*, figure 2, à sa sortie de la fenêtre *Fa*, un déversoir *De* sans contraction latérale, bien aéré et dont la paroi soit amovible, le canal *Cp* ne supportant pas de réduction permanente de sa section.

La figure 2 donne la position et le détail de ce déversoir au moyen duquel nous avons pu (avec la Direction des travaux), étalonner les vannes V_4, c'est-à-dire déterminer leurs débits effectifs, en fonction de leurs ouvertures et des pressions P de l'eau dans le tunnel, deux facteurs pouvant être relevés exactement et en tous temps.

Pendant les opérations d'étalonnage, l'eau dans le tunnel était presque immobile ce qui ne correspond pas tout à fait aux conditions de marche du dessableur pendant l'exploitation de l'usine.

Les valeurs de μ, soit le montant du débit effectif q mesuré au déversoir divisé par celui du débit théorique qt calculé, pour les différentes ouvertures a de la vanne V_4 étalonnée, ont été portées sur la figure 9 et nous ont permis d'établir les courbes des débits effectifs d'une vanne V_4, pour différentes ouvertures a et pressions P de l'eau dans le tunnel.

Dans le calcul des débits d'une vanne V_4, nous n'avons pas encore tenu compte de l'influence de la vitesse de l'eau dans le tunnel qui, pendant son étalonnage, n'était que celle correspondant à son très faible débit, alors que plus tard cette vitesse sera déterminée par le débit des turbines. Pour le Service de l'usine, on pourra, dès 1951, établir de nouvelles courbes des débits des vannes V_4, en considérant, comme vitesse de l'eau dans le tunnel, celle correspondant au débit normal de deux et plus tard de trois turbines.

La figure 3 donne la position des manomètres m au-dessus de l'axe des vannes V_4 ainsi que les pressions de l'eau correspondant aux niveaux dynamiques extrêmes de celle-ci dans le tunnel, alors que les courbes des débits des vannes V_4,

calculés pour les pressions P de 10, 15, 20 et 25 m, ont été portées sur la figure 9. Cette dernière contient aussi la ligne droite des vitesses Vo de l'eau dans les orifices O, en fonction des débits de leur vanne V_4.

Les courbes de la figure 9 serviront à déterminer l'ouverture à donner aux vannes V_4, pour que la vitesse Vo de l'eau dans les orifices O du dessableur, à l'intérieur du tunnel, corresponde à celle de l'eau sur le fond de ce dernier.

Voici, au moyen d'un exemple, comment on pourra procéder : Pression supposée de l'eau dans le tunnel, selon les manomètres : $P = 17{,}50$ m. Ouverture supposée d'une vanne V_4 à lire sur son indicateur $a = 234$ mm. Selon la figure 9, le débit de la vanne V_4 pour une ouverture a de 234 mm et une pression de 15 m sera de 1180 l/sec, pour une pression de 20 m de 1340 l/sec, pour 17,5 m la moyenne de ces deux chiffres qui est d'environ 1260 l/sec, correspondant à une vitesse de l'eau dans l'orifice O de 4,24 m/sec, qui est la vitesse moyenne de l'eau dans le tunnel, en amont du dessableur, pour le débit de 200 m³/sec.

Pendant la marche de l'usine en période de crue du Rhône, l'agent préposé au dessableur devra déterminer l'ouverture des vannes V_4 en fonction de la vitesse de l'eau dans le tunnel. Voici, au moyen d'un exemple, comment il pourra procéder : Débit supposé de deux turbines, respectivement du tunnel, avec dessableur en service 137 m³/sec, vitesse moyenne de l'eau dans le tunnel 2,91 m/sec. Débit nécessaire d'un orifice O dont la section libre est de 29,7 dm², respectivement d'une vanne V_4 du dessableur : $29{,}7 . 29{,}1 = 865$ l/sec, pression P lue aux manomètres supposée de 16 m. La figure 9 montre que pour débiter 865 l/sec sous la pression P de 15 m, l'ouverture a de la vanne V_4 devra être de 172 mm, sous la pression de 16 m de seulement 168 mm.

Selon la figure 3, la pression minimale présumée de l'eau aux manomètres du dessableur, pour un débit du tunnel en amont de celui-ci de 200 m³/sec, sera de 10,74 m soit, pour l'exploitation, de 11 m. La figure 9 montre que, pour $P =$ 11 m, l'ouverture de la vanne V_4 correspondant à un débit de 1260 l/sec est de 288 mm.

Selon la figure 3, la pression maximale présumée de l'eau aux manomètres sera de 23,21 m, soit, pour l'exploitation, de 23 m. Si donc, lorsque, en amont du dessableur, le tunnel débitera 200 m³/sec, une décharge brusque et totale des turbines survenait, la pression P augmenterait de 11 à 23 m et le débit de chacune des vannes V_4 de 1260 à 1750 l/sec. De $3 . 1260 = 3800$ l/sec, le débit total de l'eau de purge du dessableur augmenterait passagèrement jusqu'à $3 . 1750 =$ 5250 l/sec.

Si, pour évacuer des quantités exceptionnellement grandes d'alluvions qui, malgré les dispositions de la prise d'eau, viendraient à pénétrer dans le tunnel, l'expérience prouvait qu'il convient de donner à l'eau de purge, dans les orifices O, les canaux C et D du dessableur, une vitesse dépassant la vitesse normale de l'eau dans le tunnel (4,24 m/sec) soit peut-être de 6 m/sec, le débit de chaque orifice et de chaque vanne V_4 devrait être de 1780 l/sec, lesquels, selon la courbe de la figure 9 pour $P = 11$ m nécessiteraient une ouverture a de 370 mm.

Si, dans ces conditions de marche du dessableur, une décharge brusque totale des turbines survenait, la pression P monterait à 23 m et le débit de chaque vanne V_4 passerait de 1780 à 2460 l/sec. De $3 . 1780 = 5340$ l/sec, le débit total de l'eau de purge du dessableur augmenterait passagèrement jusqu'à $3 . 2460 = 7380$ l/sec.

* * *

Le tunnel et avec lui le dessableur de Lavey ont été mis en eau le 17 février 1950 et, dès le mois de juin, un groupe de machines étant en service avec un débit d'environ 65 m/sec, nous avons, avec le Service de l'usine et au moyen des dispositifs installés dans ce but, procédé à des prélèvements de l'eau de purge qui se déversaient dans les caisses Ca de la figure 4.

Les volumes d'eau prélevés ont varié entre 500 et 3000 litres, leurs teneurs en sable entre 0,861 et 1,538 gr/l, les poids des sables éliminés en 24 heures entre 282 et 504 tonnes pour être en moyenne de 344 tonnes. La densité de ce sable était de 1,52, sa composition granulométrique comportait : 56,29 % de grains < 0,25 mm, 40,35 % entre 0,25 et 0,5 mm, 3,29 % entre 0,5 et 1,0 mm et seulement 0,07 % > 1,0 mm.

Le prélèvement du 9 septembre, opéré pendant la marche de deux groupes de machines avec un débit d'environ 110 m³/sec, a donné un sable légèrement plus grossier que celui obtenu pendant la marche d'un seul groupe. Le débit du Rhône ayant entre temps diminué, la teneur en sable de l'eau de purge n'était alors plus que de 0,547 gr par litre, le poids du sable éliminé par le dessableur en 24 heures de 161 tonnes.

Depuis sa mise en eau, le fonctionnement du dessableur a été absolument normal; les poids très importants de sables fins qu'il a éliminés établissent bien son utilité pour la protection des turbines.

Il convient de dire ici, que vu les dispositions particulières de la prise d'eau et le fait qu'en été 1950 le débit dérivé n'a été que le tiers du débit normal futur, les alluvions qui ont pénétré dans le tunnel ne contenaient que peu de grains dépassant 1 mm.

Les alluvions très fines, non éliminées par le dessableur, traversent les turbines et parviennent dans le canal de fuite de l'usine qui, en 1950, par suite de son faible débit et du niveau élevé du Rhône à sa sortie, a fonctionné comme bassin de décantation. *L'échantillon de sable prélevé par le Service de l'usine du dépôt ainsi formé dans ce canal contenait 57,44 % de grains < 0,25, 42,30 % entre 0,25 et 0,5 mm et seulement 0,26 % > 0,5 mm.*

Si l'on se souvient qu'à Evionnaz, les alluvions charriées par le Rhône comportent toute la gamme des matériaux comprise entre les galets de 15 à 20 cm de diamètre et les limons les plus fins, on pourra reconnaître que, dans leur ensemble et les conditions exceptionnellement favorables de l'été 1950, les ouvrages construits pour l'épuration de l'eau dérivée par l'usine de Lavey ont assuré cette épuration d'une facon très poussée.

Si, jusqu'à maintenant, le dessableur a pu éliminer des sables d'un diamètre inférieur à 1 mm, on peut être certain qu'il ne manquera pas d'éliminer aussi les alluvions plus grossières qui pourront se présenter à ses orifices.

Les chiffres qui précèdent ne donnent pas de renseignements sur les quantités d'alluvions qui, malgré les ouvrages d'épuration, traversent encore les turbines. Pour les obtenir, il faudrait connaître, avec le débit des turbines, la teneur en alluvions de l'eau sortant de celles-ci et la détermination de cette teneur exigerait, comme la prise des vitesses de l'eau dans un grand profil, un dispositif coûteux et beaucoup de travail.

Les prélèvements d'eau de purge qui pourront être faits au cours de l'été 1951 montreront quelle sera l'efficacité des ouvrages d'épuration avec un débit double de celui de 1950. Il sera alors intéressant et utile de rechercher quelle doit être, pour le débit de deux groupes de machines, l'ouverture des vannes V_4 assurant l'élimination d'un maximum d'alluvions.