

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin technique de la Suisse romande
<b>Band:</b>	45 (1919)
<b>Heft:</b>	26
<b>Artikel:</b>	L'usure des turbines hydrauliques, ses conséquences et les moyens d'y parer
<b>Autor:</b>	Dufour, Henri
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-34945">https://doi.org/10.5169/seals-34945</a>

### 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:** 27.01.2026

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

non pas, encore une fois, en faisant étudier (?) toutes les spécialités, mais en donnant à *tous* les étudiants un enseignement scientifique propédeutique rationnel, à programme concentré, formant un ensemble bien fondu, et, par dessus tout, convenablement assimilé : il consistera essentiellement en physique comme connaissances de faits, en mathématiques comme instrument de pensée.

Et j'arrive à mon objet proprement dit, l'enseignement de la physique : je vais esquisser la façon qui me semblerait appropriée aux buts qu'on vient de voir : j'examinerai successivement l'état d'esprit général qui doit y présider, les matières qui pourraient y trouver place, les à-côtés nécessaires (exercices, etc.,) et les possibilités de réalisation quant aux nombres d'heures, etc.

(*A suivre*).

## L'usure des turbines hydrauliques, ses conséquences et les moyens d'y parer

par HENRI DUFOUR, ingénieur, à Bâle.

(Suite)<sup>1</sup>

Les résultats de nos premières constatations furent très intéressants. Dans la coupe A-A, fig. 4, d'un bassin de décantation est indiqué le profil d'un volume d'alluvions de 942 m<sup>3</sup> déposé en 7 jours de l'hiver 1911. Le volume d'eau ayant passé par le bassin étant de 6 m<sup>3</sup> par seconde, la quantité d'alluvions déposée avait été en moyenne de :

$$\frac{942 \cdot 1000 \cdot 1000}{6 \cdot 1000 \cdot 7 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,26 \text{ cm}^3 (= \text{environ } 0,39 \text{ gr.})$$

par litre d'eau.

Dans la même figure est indiqué le profil d'un vo-

<sup>1</sup> Voir *Bulletin Technique* 1919, p. 267.

lume d'alluvions de 2380 m<sup>3</sup> déposé en 66 heures de l'été 1910-1911. Le volume d'eau ayant passé par le bassin étant de 5,08 m<sup>3</sup> par seconde, la quantité d'alluvions déposée avait été en moyenne de :

$$\frac{2380 \cdot 1000 \cdot 1000}{5,08 \cdot 1000 \cdot 66 \cdot 3600} = 2 \text{ cm}^3 = (\text{environ } 3 \text{ gr.})$$

par litre d'eau.

Comme le lecteur le comprendra, ces deux chiffres ne donnent que la quantité moyenne d'alluvions déposée par l'eau lors de son passage au travers des bassins de décantation. Ils ne sont ni des minimums ni des maximums, mais peuvent cependant servir de base pour se faire une idée approximative de la quantité d'alluvions traversant journallement les turbines lorsque les bassins de décantation n'étaient pas vidés au moment voulu.

Voici ces quantités :

Pendant l'hiver 1911 le débit moyen de l'usine ayant été d'environ 12 m<sup>3</sup> par seconde, la quantité d'alluvions ayant traversé les turbines aura donc dépassé certains jours :

$$\frac{0,26 \cdot 1000 \cdot 12 \cdot 3600 \cdot 24}{1000 \cdot 1000} = 269 \text{ m}^3.$$

Pendant l'été où le débit de l'usine allait être, par la suite de 20 m<sup>3</sup> par seconde, la quantité d'alluvions qui allait traverser les turbines dépasserait :

$$\frac{2 \cdot 1000 \cdot 20 \cdot 3600 \cdot 24}{1000 \cdot 1000} = 3456 \text{ m}^3 \text{ par jour.}$$

Nous nous permettrons de remarquer ici que le volume d'alluvions déposé dans les bassins : 2 cm<sup>3</sup> par litre d'eau donnant pour le débit de 20 m<sup>3</sup> par seconde un volume énorme de 3456 m<sup>3</sup> par jour, n'a rien d'excèsif et est inférieur aux chiffres que l'on obtiendrait en Suisse. D'après la publication de M. le

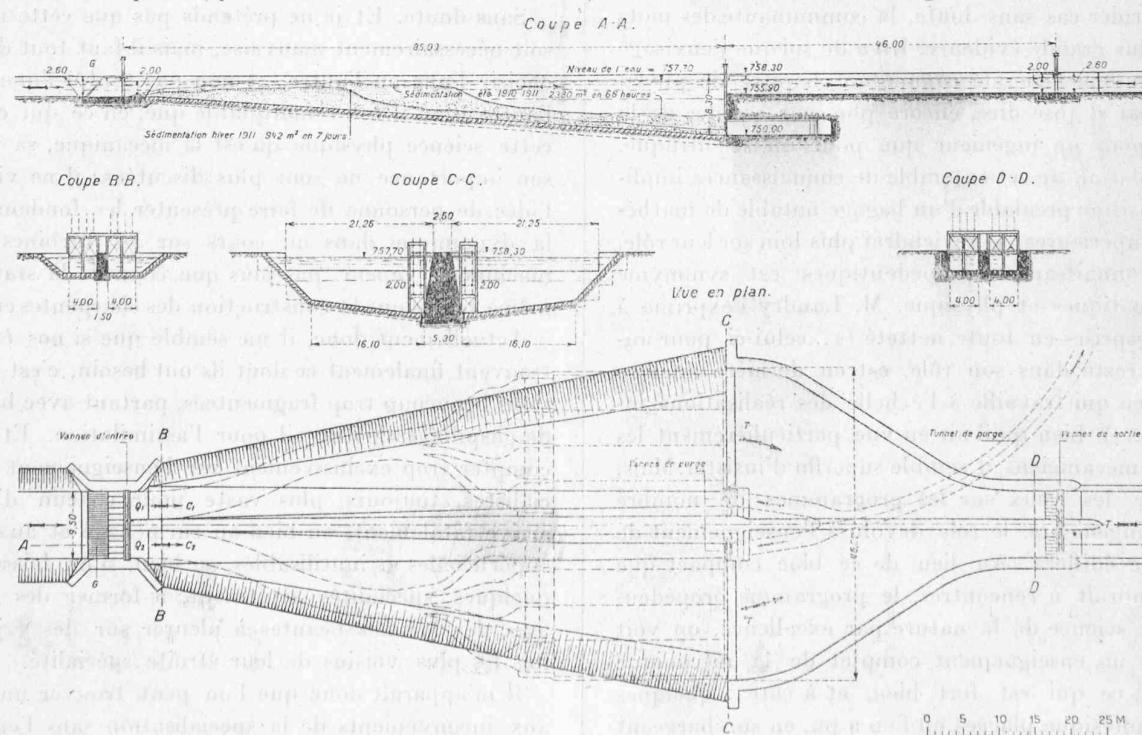


Fig. 4. — Bassins primitifs de décantation de Florida-Alta.

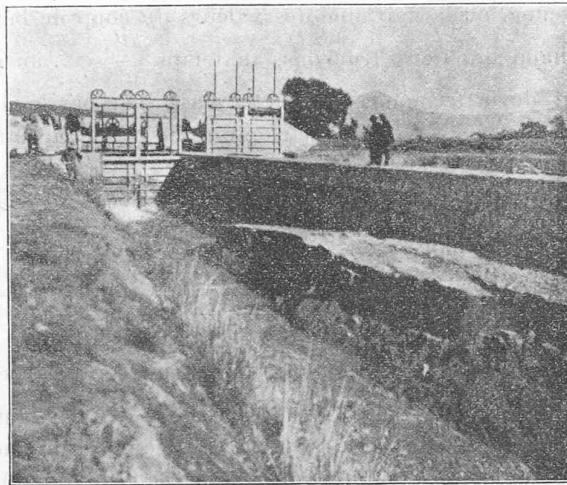


Fig. 1a. — Aspect d'un bassin pendant le lavage du dépôt d'alluvions.

professeur L.-W. Collet, citée plus haut, le volume des alluvions en suspension dans l'eau de la Drance à Martigny-Bourg fut pour les mois de juillet et août 1909 en moyenne  $4,07 \text{ cm}^3$  avec un maximum journalier d'environ  $22 \text{ cm}^3$  par litre. L'eau de la Borgne à Bramois est encore plus chargée puisqu'elle contenait en juillet et août 1909 en moyenne  $5,6 \text{ cm}^3$  avec un maximum d'environ  $23,4 \text{ cm}^3$  par litre. Le 17 juin 1918, jour de pluie, nous avons trouvé dans l'eau de la Saltine à Brigue  $4,2 \text{ cm}^3$  par litre.

Ces chiffres ont une très grande importance pratique, car ils permettent de calculer à l'avance la quantité d'alluvions qui passeront par les turbines d'une usine que l'on veut construire. Si l'on prend par exemple une teneur en alluvions de  $4 \text{ cm}^3$  par litre et un débit de  $5 \text{ m}^3$  par seconde, on obtient pour 24 heures :

$$\frac{4 \cdot 5 \cdot 1000 \cdot 3600 \cdot 24}{1000 \cdot 1000} = 1728 \text{ m}^3$$

ou :

$$\frac{1728 \cdot 1,5 \cdot 1000}{10 \cdot 1000} = 259 \text{ wagons de 10 tonnes.}$$

On est en droit de s'étonner que les turbines puissent résister pendant plusieurs mois d'été à l'action destructive de pareilles masses d'alluvions. Ces chiffres montrent aussi nous semble-t-il l'impossibilité de lutter efficacement contre les alluvions avec des bassins ou chambres de décantation ordinaires sans écoulement automatique des alluvions éliminées.

Les alluvions trouvées dans les bassins de Florida-Alta consistaient en sable dont le diamètre des plus gros grains ne dépassait guère  $5 \text{ mm.}$ , en limon et en une boue de couleur rougeâtre. Seuls quelques fragments isolés de lave volcanique atteignaient 10 et 20 millimètres de diamètre.

Ces constatations permettaient de conclure sans aucun doute, que l'usure des turbines était un phénomène absolument naturel et indépendant de leur type et de leur qualité.

L'examen plus approfondi des alluvions trouvées

dans l'eau nous fit voir que les éléments dont la vitesse de précipitation, dans un tube rempli d'eau, était inférieure à  $30 \text{ mm.}$  par seconde, vitesse correspondant à un diamètre des grains allant jusqu'à  $0,4 \text{ mm.}$  paraissaient, vu leurs petites dimensions et leur nature en partie plus tendre, être peu dangereuses pour les turbines.

Le problème qui se posait était donc : trouver un dispositif capable d'éliminer de l'eau motrice, tous les troubles dont le diamètre des grains dépassait  $0,4 \text{ mm.}$  et permettant l'évacuation rapide et peu coûteuse des quantités considérables de sables et limons auxquelles il fallait s'attendre.

(A suivre.)

## Calcul du coup de bélier dans les conduites formées de deux ou de trois tronçons de diamètres différents

par ED. CAREY, ingénieur à Marseille.

(Suite<sup>1</sup>)

### 2. Fermeture complète en $2\theta'$ secondes = $4 \frac{l'}{a'} \mu$ correspondant à la période de la conduite entière.

Si la conduite est formée de deux tronçons pour lesquels on suppose toujours  $\theta' = \theta''$ , le coup de bélier sera au temps  $2\theta'$ , soit à la fin de la deuxième période  $\theta'$  pour laquelle  $v'_2 = 0$  :

$$(12) \quad B_2 = \frac{a'}{g} v'_0 - 2\mu B_1 = \frac{a'}{g} v'_0 \left( 1 - \frac{2\mu}{2 + r'v'_0} \right)$$

car  $v'_1 = \frac{v'_0}{2}$  pour une fermeture linéaire, ou :

$$(13) \quad B_2 = \frac{a'v'_0}{g} K \quad \text{en posant } K = 1 - \frac{2\mu}{2 + r'v'_0}$$

ou encore, en fonction de  $V'$  et  $T$ , pour une fermeture régulière à la vitesse  $\frac{V'}{T} \text{ m/sec.}$  et pour  $T \geq \frac{4l'}{a'}$ , avec

$$v'_0 = \frac{V'}{T} \frac{4l'}{a'} :$$

$$(14) \quad B_2 = \frac{4l'V'}{gT} \left( 1 - \frac{2\mu}{2 + r'v'_0} \right) = \frac{4l'V'}{gT} K$$

Dans laquelle  $r'v'_0$  peut s'écrire :

$$(15) \quad r'v'_0 = \frac{2l'V'}{gT} = \frac{4l'V'}{gT} \cdot \frac{1}{2} \gamma_0$$

Le coup de bélier est diminué par l'augmentation de la différence des diamètres ; il diminue encore, toutes choses égales, avec le terme  $r'v'_0$  pour la même valeur de  $\mu$  ; la diminution est donc plus forte dans les basses chutes que dans les hautes chutes.

Lorsque la différence des diamètres est grande avec  $\mu > \frac{1 + r'v'_0}{2}$ , le coup de bélier passe pendant la fermeture par un maximum au temps  $\frac{2l'}{a'} \text{ sec.}$

Après la fermeture, on constate encore une majoration assez sensible du coup de bélier, pour  $\mu$  très grand

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* 1919, p. 243.