

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

Autor(en): **Dufour, Henri**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **45 (1919)**

Heft 25

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-34941>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

la formation des craquelures ne peut être produit instantanément et nécessite une série d'actions répétées, amenant un durcissement graduel de la surface. Les relevés statistiques corroborent cette manière de voir ; si, d'après les renseignements très sûrs qui nous ont été communiqués par une de nos grandes administrations de chemins de fer, on trace la courbe représentant le nombre des ruptures de rails en fonction de la durée de service, on constate qu'elle présente un brusque changement de direction à partir d'une durée d'environ dix ans, au delà de laquelle le nombre des ruptures, qui était très faible auparavant, s'accroît rapidement. Il s'agit donc bien d'un « vieillissement » progressif des rails pour lesquels, au moins dans le cas cité, dix ans représentent un « âge critique » ; et cette observation permet d'entrevoir un remède.

Le durcissement produit par l'écaillage peut, en effet, être à chaque instant supprimé par un recuit convenable ; si on effectue ce recuit avant que les craquelures se soient formées, on annule complètement l'altération produite ; on supprime l'effet du vieillissement et l'on peut dire par suite que l'on effectue, pour conserver la même comparaison, un « rajeunissement du métal » qui le remplace sensiblement dans les conditions initiales. Cette déduction peut être illustrée facilement au moyen de l'expérience par empreinte de bille sur l'acier rapide que nous avons citée plus haut. Si, après l'empreinte, on soumet le métal à un recuit, on pourra l'attaquer très profondément par un acide sans faire apparaître la moindre fissure.

Dans le cas des rails, ce recuit superficiel est relativement facile à appliquer. On a décrit récemment des appareils de chauffage, montés sur roues, qui avaient pour but de produire des trempes superficielles ; les mêmes appareils produiraient plus facilement encore le recuit. En recuisant avant l'âge critique de dix ans, on pourrait espérer voir diminuer dans une proportion considérable le nombre des ruptures dues aux craquelures.

Sans insister plus longtemps sur cette conception, sur laquelle nous comptons revenir, nous croyons devoir signaler son caractère très général. Toutes les fois qu'une pièce métallique est sujette à s'altérer par un écaillage qui se développe graduellement en service, et les exemples en sont fréquents en dehors des rails (chaînes, boulons, tirants, etc.), on pourra combattre cet effet par des recuits appliqués à des intervalles convenablement espacés ; on pourrait dire qu'une « cure thermique » permet de prolonger considérablement la « durée de vie » de certaines pièces métalliques et cela met en évidence une source d'économie de métal qui mérite de n'être pas négligée.

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

par HENRI DUFOUR, ingénieur, à Bâle.

L'usure des turbines hydrauliques est un phénomène connu depuis fort longtemps de leurs constructeurs et de leurs propriétaires. Elle a trois causes principales :

1. La construction défectueuse des organes essentiels tels que : distributeurs et roues motrices, tant sous le

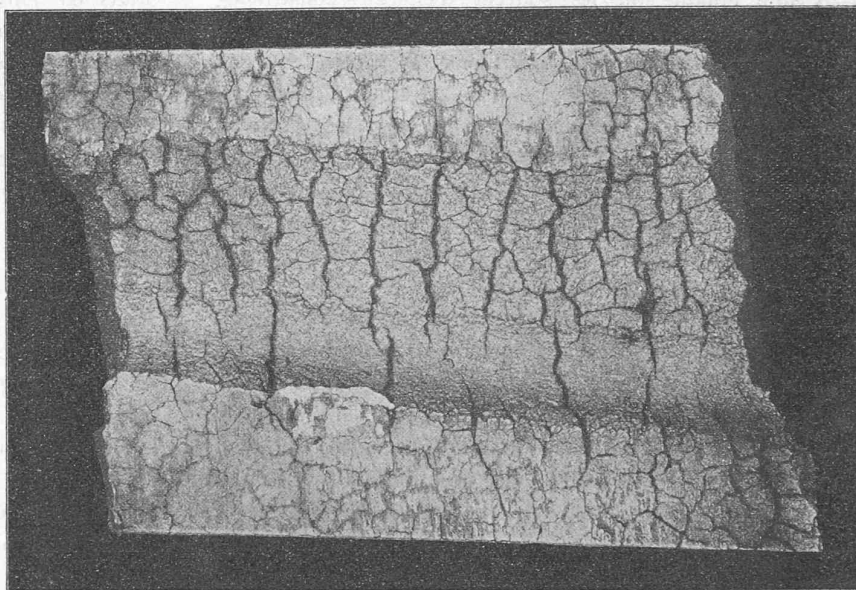


Fig. 5. — Cylindre de laminoir en acier demi-dur. — $G = 2$.

rapport de leurs dimensions et de leurs formes que sous le rapport de la matière première adoptée ;

2. l'action des éléments chimiques pouvant être contenus dans l'eau ;

3. enfin, et surtout les alluvions telles que graviers, sables et limons charriés par de très nombreux cours d'eau.

La première de ces trois causes disparaît de plus en plus en raison de l'expérience acquise par les constructeurs de turbines dignes de ce nom ; la seconde n'a jamais été très fréquente, mais il faut cependant en tenir compte lors du choix des matières premières entrant dans la construction des turbines, dans les cas où l'analyse de l'eau aurait révélé des éléments nocifs pour le fer et ses dérivés. La troisième, par contre, est fréquente, elle le deviendra toujours plus à mesure que la nécessité poussera les pays montagneux, tels que la Suisse, la France et l'Italie (pour ne parler que de ceux nous intéressant de plus près), à utiliser leurs réserves de houille blanche.

M. H. Chenaud, ingénieur, a publié dans les numéros 14, 15, 17, 19 et 20 du *Bulletin technique de la Suisse romande* de l'année 1910, une description très intéressante de l'installation des Forces motrices de la Drance à Martigny, montrant les difficultés surpre-

nantes que peut occasionner aux installations hydrauliques, la grande quantité d'alluvions charriée par un cours d'eau.

Puis récemment, en 1916, M. le professeur Dr L. W. Collet, alors Directeur du Service des Eaux du Département suisse de l'Intérieur, a publié dans le second volume des *Annales Suisses d'hydrographie*, le résultat de ses études excessivement intéressantes sur le « Charriage des alluvions dans certains cours d'eau de la Suisse ». Cet ouvrage contient quelques belles photographies d'organes de turbines ruinés par le sable.

A une époque où les sources d'énergie constituées par nos forces hydrauliques semblent devoir jouer un rôle prépondérant dans le maintien et le progrès du développement général de notre pays, il nous a paru intéressant et utile de présenter aux lecteurs du *Bulletin technique* les résultats de quelques expériences et travaux consacrés à l'étude des causes et des conséquences de l'usure des turbines hydrauliques, puis aux moyens d'y parer.

En Suisse, et dans les régions alpines de nos pays voisins, le nombre de turbines souffrant de l'usure et travaillant avec de mauvais rendements est plus grand qu'on ne le croit. Nous n'hésitons pas à affirmer que la Suisse perd par ce fait, chaque année, un nombre très respectable de millions de kilowattheures. Cet état de choses provient, à notre avis, des difficultés rencontrées par les ingénieurs dans l'étude des rendements d'usines hydrauliques en service et du problème du dessablage de leur eau motrice.

Les circonstances ont voulu que la première usine hydro-électrique, qui à notre connaissance ait donné lieu à de telles études, fût située sur le flanc ouest de la Cordillère des Andes. Nous espérons pouvoir présenter plus tard aux lecteurs du *Bulletin technique* les résultats non moins intéressants de travaux analogues exécutés récemment dans deux usines de notre pays.

I. Etudes et travaux à l'Usine hydro-électrique de Santiago du Chili à Florida-Alta.

Cette installation destinée à alimenter la capitale du pays en énergie électrique, est située à 18 km. au sud de la ville ; elle est actionnée par l'eau du grand canal d'irrigation « San Carlos » dont le débit dépassant à certaines époques 60 m³ par seconde, est dérivé du « Rio Maipo ». Il est intéressant de noter ici que l'usine doit restituer au canal San Carlos toute l'eau détournée et que ce débit de 60 m³ par seconde, très respectable pour un canal d'irrigation, est utilisé avec une parcimonie des plus frappantes jusqu'au dernier litre pour fertiliser le pays.

Construite dans les années 1907 à 1910 par la Compañia Alemana Transatlantica de Electricidad à Santiago (Deutsch-Uebersesische Elektrizität-Gesellschaft in Berlin), l'usine dispose d'un débit de 20 m³ par seconde sous une chute brute de 98 m. ; elle est prévue pour 6 groupes de turbines avec alternateurs triphasés de

4000 HP. dont une de réserve et possédait, dès le début, pour le dessablage de son eau, deux grands bassins de décantation représentés¹ par la fig. 1. De la vanne d'entrée à la vanne de purge chacun de ces bassins a une longueur de 85 m., une largeur maximum de 23,5 m. et une profondeur de 8,3 m. dimensions qui, même pour un débit de 10 m³ par seconde et par bassin, peuvent paraître très suffisantes.

La première période de service : mai-octobre 1910, tombant pour l'hémisphère sud sur les mois d'hiver, ne révéla aucun inconvénient grave des installations, mais en janvier et février 1911, la révision des turbines fit constater leur usure si avancée, qu'il fallut sans retard utiliser les quelques pièces de rechange en réserve. L'examen des bassins de décantation les montra complètement remplis de sable et de limon, l'eau s'étant conservée seulement un étroit chenal de chaque côté du grand mur de séparation. Il fallut isoler et vider l'un d'eux au moyen de la vanne de purge prévue dans ce but ; ce travail dura, comme l'on pense, plusieurs jours et il arriva même une fois que, le débit total devant traverser un seul bassin rempli lui-même d'alluvions, le niveau de l'eau et l'ensablement du canal en amont augmentèrent à tel point que celui-ci déborda.

Les dégâts réparés, on parvint à maintenir le service de l'usine en nettoyant alternativement et sans intervalle aucun, les deux bassins, mais il devint évident que les moyens dont on disposait étaient insuffisants pour la lutte contre la quantité formidable d'alluvions amenées par l'eau et détruisant à brève échéance les 4 turbines alors installées.

La fig. 1a montre¹ l'aspect d'une partie du bassin de droite pendant le lavage du dépôt d'alluvions, atteignant plusieurs mètres de hauteur. L'eau s'échappant par la vanne d'entrée entraîne peu à peu le pied du dépôt vers la vanne de purge et de là par un canal spécial, rejoignant le trop-plein du château d'eau, au canal San-Carlos.

Ces turbines avaient été construites tout spécialement pour les conditions difficiles de cette usine par les deux plus grandes et meilleures fabriques de turbines européennes.

Sur la demande de la Société exploitant l'usine : La « Chilian Electric Tramway and Light Co Limited » à Santiago, les deux constructeurs de turbines furent invités à envoyer un de leurs ingénieurs pour étudier sur place cette grave question et tout spécialement une modification éventuelle des types de turbines adoptés.

Délégué par la maison bien connue : J. M. Voith, à Heidenheim, qui avait fourni les turbines Nos III et IV, avec la mission de faire ce qui était en notre pouvoir pour obvier aux inconvénients signalés. Nous dûmes bientôt constater que les turbines s'usaient uniquement sous l'action mécanique du sable contenu dans l'eau. Les pièces soumises à l'usure, telles que les distribu-

¹ Ces figures paraîtront dans notre prochain numéro.

