

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin technique de la Suisse romande
<b>Band:</b>	45 (1919)
<b>Heft:</b>	25
<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-34941">https://doi.org/10.5169/seals-34941</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:** 26.01.2026

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

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'accentue 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'écrouissage 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 replace 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 comptions revenir, nous croyons devoir signaler son caractère très général. Toutes les fois qu'un pièce métallique est sujette à s'altérer par un écrouissage 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

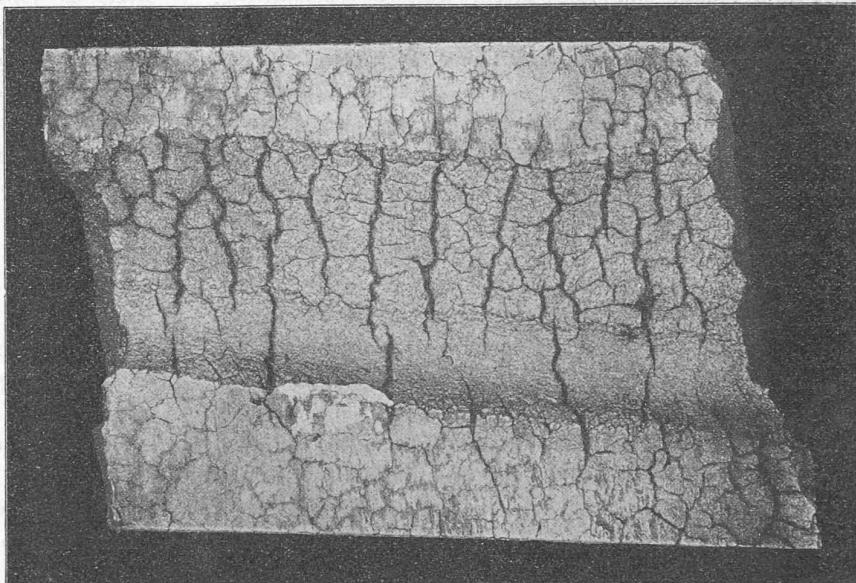


Fig. 5. — Cylindre de laminoir en acier demi-dur. —  $G = 2$ .

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 intéressent 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.

Plus 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  $60 \text{ m}^3$  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  $60 \text{ m}^3$  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 Compania Alemana Transatlantica de Electricidad à Santiago (Deutsch-Ueberseesische Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin), l'usine dispose d'un débit de  $20 \text{ m}^3$  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 représentés<sup>1</sup> 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  $10 \text{ m}^3$  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 recharge 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 montre<sup>1</sup> 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.

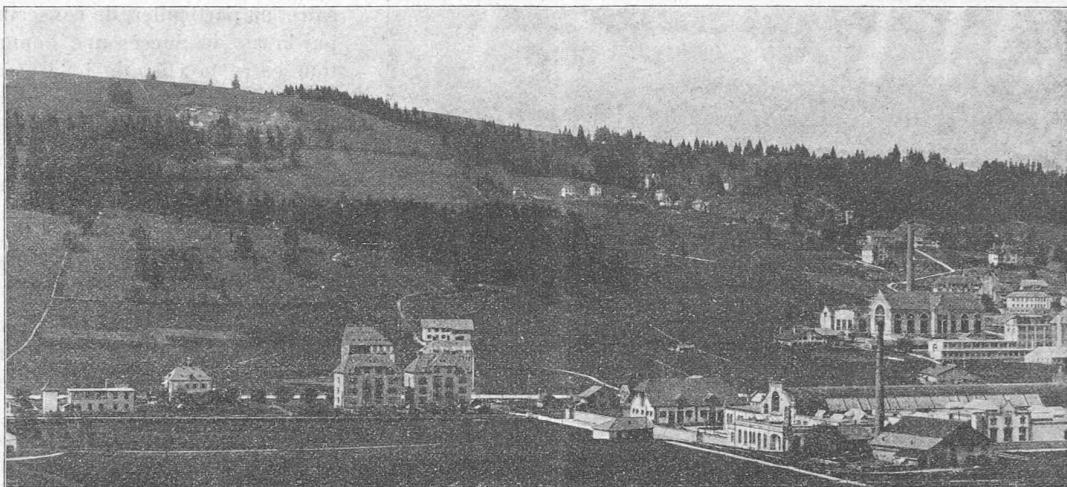
Ces turbines avaient été construites tout spécialement pour les conditions difficiles de cette usine par les deux plus grandes et meilleures fabriques de turbines européennes.

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 N°s 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-

<sup>1</sup> Ces figures paraîtront dans notre prochain numéro.

## CONCOURS D'IDÉES POUR UN PROJET DE CITÉ-JARDIN, A LA CHAUX-DE-FONDS



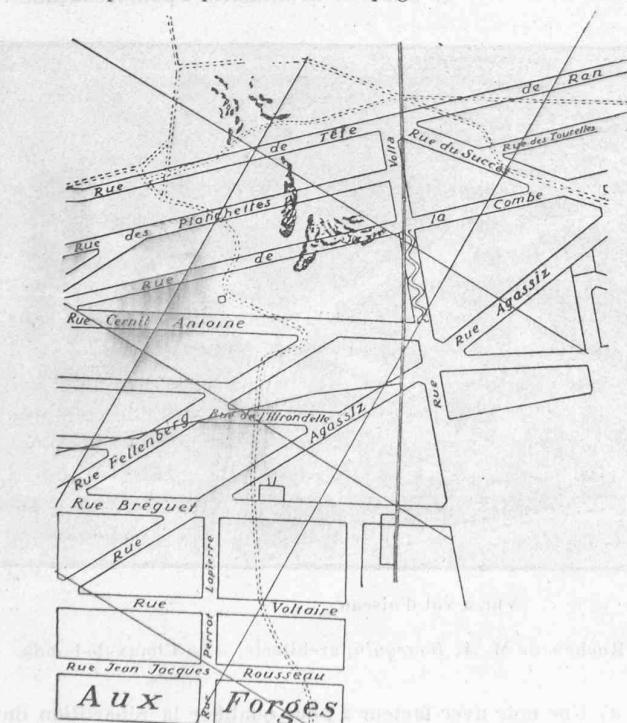
Vue du terrain visé par le concours.

teurs et les roues motrices, étant en acier, voire même en acier au nickel et en bronze spécial, ne pouvaient être construites d'un type différent ou en matières plus résistantes ; il fallait donc chercher à supprimer la cause de cette usure, c'est-à-dire le moyen de dessablier l'eau motrice. Cette opinion était également celle du personnel dirigeant des deux sociétés nommées plus haut.

(A suivre.)

**Concours pour l'étude d'une Cité-jardin,  
à La Chaux-de-Fonds.**

*Le terrain, d'une superficie de 25 hectares, visé par le programme du concours est représenté par le plan d'alignement et la vue que nous publions à cette page.*



Plan d'alignement du terrain visé par le concours. — 1 : 6000.

*Une notice explicative annexée au programme précisait, en ces termes, le but du concours : « En raison du voisinage de la ville et des facilités d'instruction et de distraction, il ne s'agit pas de créer, à proprement parler, une cité-jardin complète à l'image de celles qui existent en Angleterre, en Allemagne et en Amérique, mais plutôt une colonie d'habitations destinées à des familles d'ouvriers et d'employés. » Le concours était réservé aux architectes et aux ingénieurs domiciliés à La Chaux-de-Fonds.*

**Extrait du rapport du jury.**

Le jury s'est réuni les 9 et 14 août, sous la présidence de M. Eug. Colomb, architecte, dans la salle des Amis des Beaux-Arts, hôtel des Postes de La Chaux-de-Fonds.

Les cinq membres du jury étaient présents aux deux séances.

Dans la première entrevue, le jury a pris acte d'une lettre du Conseil communal aux intéressés les informant que pour répondre à une demande collective de tous les concurrents le délai pour la remise des plans était prolongé jusqu'au 31 juillet 1919. Le bureau des travaux publics de la ville a remis le dossier des pièces nécessaires au concours à huit architectes établis à La Chaux-de-Fonds. Sept projets ont été déposés dans le délai réglementaire.

Après un premier examen, le jury constate que les sept projets répondent aux principales conditions du programme de concours et décide de les admettre ; puis il procède à une visite des lieux mis à la disposition des concurrents pour la cité-jardin projetée.

Le jury tient à féliciter les autorités communales de La Chaux-de-Fonds d'avoir eu l'heureuse idée de faire l'acquisition de ces belles parcelles et de vouloir les réserver pour la création d'une cité-jardin. La question du logement familial est d'une si grande importance pour le développement rationnel et heureux d'une communauté, que l'on ne saurait faire de trop gros sacrifices pour procurer au plus grand nombre un logement salubre, agréable et plaisant, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur, tout en étant simple et à la portée des ressources de chacun. Le petit jardin que chacun soigne suivant ses goûts est fort apprécié s'il est à proximité de l'habitation. C'est en offrant ces divers agréments que l'on fortifiera et ravivera la vie de famille si nécessaire au développement normal de tout peuple civilisé.