

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 45 (1919)
Heft: 25

Artikel: Sur une cause de rupture des rails et un moyen de la supprimer
Autor: Charpy, G. / Durand, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-34940>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

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

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours.

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : Sur une cause de rupture des rails et un moyen de la supprimer, par MM. G. Charpy, membre de l'Institut de France, et J. Durand. — L'usure des turbines hydrauliques et ses conséquences et les moyens d'y parer, par M. Henri Dufour, ingénieur à Bâle. — Concours pour l'étude d'une cité-jardin à La Chaux-de-Fonds. — DIVERS : La ventilation artificielle des tunnels. — Errata et rectifications à la notice de M. Ed. Carey sur les « Coups de bélier ». — Rectification. — NÉCROLOGIE : Anatole Mallet. — Société suisse des Ingénieurs et des Architectes. — Avis aux abonnés à l'étranger. — Carnet des concours.

Sur une cause de rupture des rails et un moyen de la supprimer¹,

par MM. G. CHARPY, membre de l'Institut de France, et J. DURAND.

Plusieurs observateurs ont déjà indiqué que l'une des causes les plus fréquentes de rupture des rails de chemins de fer, lorsque ceux-ci ne présentent pas de défauts locaux provenant de la fabrication, consiste dans la formation de fissures très fines qui se produisent au bout d'un certain temps sur la surface de roulement.

MM. Mesnager, Cellier, Breuil, et plus récemment MM. Sabouret et Chagnoux, ont signalé ce phénomène et recommandé un examen minutieux de la voie permettant de retirer les rails dès qu'on peut constater cette altération qui leur enlève toute solidité.

Nous avons repris l'étude de cette question en nous plaçant à un point de vue différent ; nous nous sommes proposé, en effet, de préciser le mode de formation de ces fissures, de chercher à les reproduire artificiellement, afin de voir s'il ne serait pas possible d'arriver à un remède préventif moins coûteux et plus sûr que la suppression pure et simple des rails altérés.

Au cours de ces recherches, nous avons constaté d'abord que le phénomène est très général et ne se présente pas seulement sur les rails de chemins de fer : on peut l'observer dans un grand nombre de cas, présentant ce caractère commun que l'acier y est soumis à un écrouissage intense limité à une couche superficielle.

¹ Note présentée à l'Académie des sciences, le 6 octobre dernier. Nous sommes redevables à l'obligeance de M. Charpy des photographies qui illustrent notre reproduction de cette note.

Cette couche semble, dans ces conditions, être soumise à des tensions de même nature que celles qui se produisent, par le jeu des dilatations, entre une pâte céramique et sa couverte, et qui donnent naissance aux ruptures par « tressaillement ». Les craquelures de l'acier se produisent lorsque le métal est assez écroui superficiellement pour pouvoir se rompre sans prendre d'allongement sensible.

Ainsi qu'on peut le prévoir par ce qui précède, le phénomène est particulièrement marqué dans les métaux de nuance

très dure. Avec la fonte blanche en particulier, il suffit d'un meulage un peu brutal pour faire apparaître sur la surface meulée un réseau de craquelures tout à fait analogue à celui qui a été observé sur les rails. La même expérience (craquelures par meulage) peut être répétée avec les aciers à outils rapides trempés (fig. 1), ainsi qu'avec

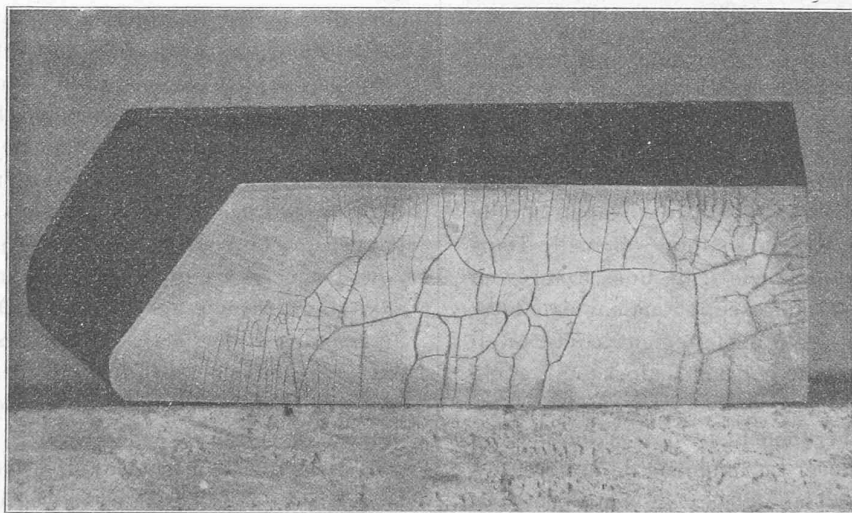


Fig. 1. — Acier rapide trempé, meulé puis attaqué à l'acide sulfurique. Grossissement = 2.

les métaux chrome-nickel de nuance dure (métal pour obus de rupture) ou avec les aciers cimentés trempés à l'eau froide sans revenu. Nous présentons à l'Académie divers échantillons ainsi traités.

Les fissures, souvent très fines, peuvent être accentuées par une attaque à l'acide. Il semble même que, dans certains cas, l'acide « développe » ces fissures qui n'existaient dans le métal qu'à l'état latent sans qu'un examen microscopique minutieux de la surface pût les déceler ; les craquelures se produiraient alors lorsque la résistance de la couche superficielle serait suffisamment amoindrie, par suite de l'amincissement produit par l'action de l'acide.

D'autres modes d'écrouissage que le meulage permettent d'obtenir des résultats analogues. Nous n'en cite-

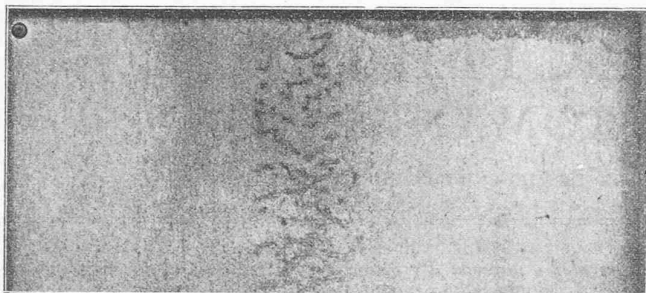


Fig. 2 — Rail. — Craquelures localisées.

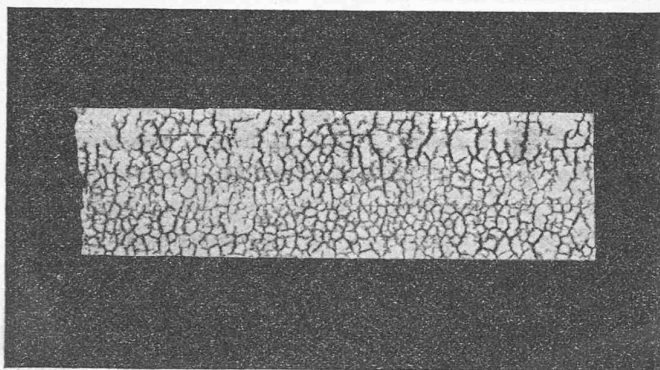


Fig. 3. — Barreau de choc prélevé dans un rail. Attaqué à l'acide pour en accentuer les craquelures. Grossissement = 2.

rons qu'un seul exemple frappant. Il consiste à écrouer la surface d'un métal très dur en y effectuant sous pression une empreinte de bille, suivant le mode adopté pour mesurer la dureté par la méthode Brinell. Dans ces conditions, on voit, quelquefois, de fines fissures en examinant l'empreinte au microscope ; mais, même lorsque le métal paraît être resté parfaitement compact, il suffit d'effectuer une attaque à l'acide, ainsi qu'il a été dit plus haut, pour voir se former des fissures radiales, parfaitement nettes, généralement disposées de façon à former une étoile régulière. La longueur de ces fissures indiquerait l'étendue dans laquelle se fait sentir l'écroutissage produit par la bille autour de l'empreinte elle-même. Cette expérience réussit facilement avec les outils rapides trempés, ou sur les pointes d'obus de rupture.

Dans l'acier de nuance moyenne qui est employé pour les rails (résistance de 65 à 70 kilogr.) l'écroutissage superficiel total est beaucoup plus difficile à obtenir (fig. 2, 3 et 4). Le travail par meulage est alors impuissant à produire ce résultat. Pour reproduire le phénomène observé sur les

voies de chemin de fer, nous avons alors pensé à utiliser l'analogie, depuis longtemps signalée par Duguet, entre le roulement des trains et le travail du laminoir. L'épreuve est d'autant plus facile à faire que l'on emploie précisément des cylindres de laminoir en acier demi-dur de nuance identique à celle qui est utilisée pour la fabrication des rails. Or, sur un grand nombre de ces cylindres, nous avons pu observer, après un certain temps de service, des craquelures rigoureusement identiques à celles qui se produisent sur les rails, comme le montrent les échantillons que nous présentons à l'Académie (fig. 5). Nous avons observé aussi le même phénomène sur les tourillons de cylindres de laminoir en acier.

On peut citer encore ici un exemple qui, à première vue, semble très différent de ceux rappelés ci-dessus ; c'est celui de l'érosion des âmes des canons, qui a donné lieu à de nombreuses études, en particulier à celles, toutes récentes, du professeur Howe et de M. Fay. En examinant la surface de l'âme au moment où les érosions commencent à se produire, on y reconnaît très clairement la présence de craquelures identiques à celles des rails et des cylindres de laminoirs et qui seraient attribuables à l'écroutissage produit par les ceintures des projectiles en frottant sur les rayures.

Cet exemple, comme aussi celui des cylindres de laminoir, conduirait à penser que la formation des craquelures dans l'acier demi-dur, se fait beaucoup plus facilement à une température supérieure à la normale. Cela ne doit pas surprendre, car on sait, depuis longtemps, que l'écroutissage est particulièrement dangereux pour l'acier aux températures où le métal se colore par oxydation (écroutissage au bleu). Dans le cas des rails de chemins de fer, cette condition sera réalisée dans les patinages causés par de brusques coups de frein et sous l'influence desquels on sait qu'il se produit une notable élévation de température.

Tout ce que l'on vient de dire montre aussi que, pour l'acier demi-dur, l'écroutissage nécessaire pour amener

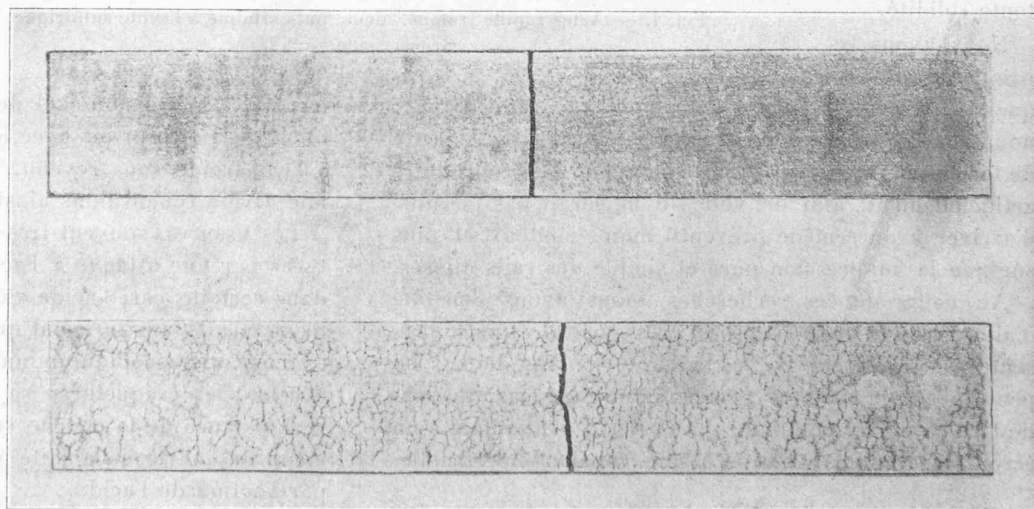


Fig. 4. — Barreau de choc pris dans un rail, l'un dans la région des craquelures, l'autre dans la région voisine. — La cassure suit les contours des craquelures. — $G = 2$.

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'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 comptons revenir, nous croyons devoir signaler son caractère très général. Toutes les fois qu'une 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

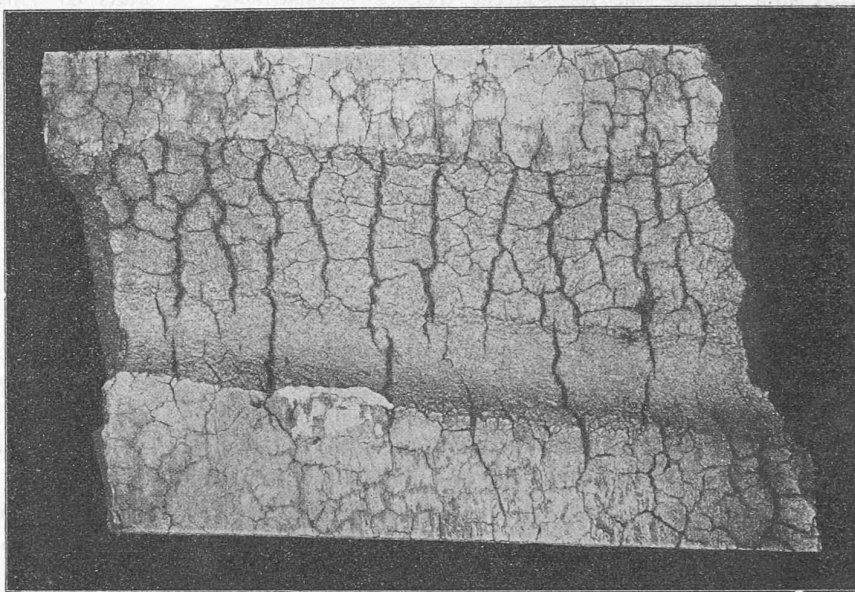


Fig. 5. — Cylindre de laminoir en acier demi-dur. — $G = 2$.

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 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-