

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 47 (1921)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Rapport des experts Rothpletz, Rohn et Buchi sur la formation des fissures dans la galerie sous pression de l'usine de Ritom des CFF (suite)  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-36590>

### **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. : D<sup>r</sup> H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

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

SOMMAIRE : Rapport des experts Rothpletz, Rohn et Buchi sur la formation des fissures dans la galerie sous pression de l'usine de Ritom des CFF (suite). — La fragilité des aciers soumis à des sollicitations répétées. — Concours pour l'étude des plans d'un bâtiment d'internat à l'Ecole cantonale d'agriculture, à Cernier (suite et fin). — Essais des moyens de colmatage des bassins d'accumulation, digues, barrages, canaux, galeries, etc. — Problèmes d'économie hydraulique et électrique. — L'électrification des chemins de fer français. — SOCIÉTÉS : Société suisse des Ingénieurs et des Architectes. — BIBLIOGRAPHIE. — Ouvrages reçus. — Calendrier des Concours.

### Rapport

des experts Rothpletz, Rohn et Buchi  
sur la formation des fissures dans la galerie sous  
pression de l'usine de Ritom des CFF

(Suite.)<sup>1</sup>

On pourrait se livrer à de plus amples investigations sur le tube de béton ayant pour appui une roche déformable, en admettant que les réactions de l'enveloppe rocheuse sont proportionnelles aux déplacements radiaux correspondants du tube. Ces calculs démontreraient probablement un soulagement du sommet et une surcharge des pieds-droits comparativement à l'hypothèse simple d'une résistance extérieure uniforme. Les plus grandes réactions dans le milieu des pieds-droits améliorent la position des lignes de traction et de pression.

Mais vu l'incertitude dans laquelle on est quant à la détermination de la déformation du tube en béton, lequel est surtout soumis à des efforts de traction, et quant à la déformation de la roche, il est inutile de se livrer à de plus amples calculs.

Les considérations statiques ne peuvent nous donner d'ailleurs qu'une idée très générale des causes qui ont entraîné la formation des fissures, car pour la mesure dans laquelle l'enveloppe rocheuse est sujette à déformation il entre en ligne de compte toute une série de facteurs dont la nature et la grandeur exactes échappent à notre jugement. A cet égard il faut citer, avant tout, la résistance de la roche, sa plasticité ou son élasticité, l'orientation des couches et des fentes et, enfin, le mode d'exécution des travaux, soit l'abatage du profil à la mine qui avec toutes ses irrégularités a pour conséquences une épaisseur très inégale des profils, une adhésion plus ou moins parfaite et, le cas échéant, un encastrement partiel.

Il a été constaté qu'à la pression de 4,2 atm., la perte d'eau s'élevait, en chiffre rond, à 300 litres par seconde. Cette perte s'explique par de très légères fissures déjà, comme le prouve l'exemple suivant. Si l'on admet qu'un dixième des 2800 m. de fissures, spécialement dans le tronçon inférieur de la galerie, tronçon dont le matériel est le plus tendre, laisse passer l'eau et que la vitesse de cette eau — qui à 4,5 atm. est de 30 m. — n'atteint plus

que 2,5 m. à sa sortie en raison de la perte par frottement, il suffit que ces fissures actives s'ouvrent de 0,4 mm. pour motiver la fuite totale. Quatre fissures de 0,4 mm. correspondent à une extension de 1/2 mm. du diamètre de la galerie ou à une déformation de la roche de 1/4 de mm. de chaque côté. Or, il est probable que la déformation plastique de la roche dans ses parties tendres est beaucoup plus grande.

Des tassements de cette importance, se produisant, par exemple, dans des fondations établies sur un terrain ayant les propriétés de celui de la galerie de Ritom, paraîtraient tout naturels.

La cause de cet élargissement du tube en béton gît certainement en première ligne dans la déformation plastique et permanente des parties tendres et crevassées de l'enveloppe rocheuse. Sous le terme de plasticité de la roche, nous comprenons, d'une manière générale, la déformation permanente qui résulte de sa dislocation par les coups de mine, de sa désagrégation par les agents naturels ou les éboulements, de l'écrasement du rocher dans les couches et les fentes, ainsi que de la compressibilité de la roche par suite de résistance insuffisante. Les conditions géologiques de la partie de galerie à l'aval sont telles que même les meilleures injections de ciment sont incapables de donner une parfaite stabilité au corps en béton, autrement dit d'assurer l'étanchéité de la galerie.

L'élasticité de la roche, ainsi qu'une adhésion insuffisante du revêtement de béton au rocher, ont probablement contribué, jusqu'à un certain point, à la formation de quelques fissures surtout dans le bon terrain du tronçon supérieur de la galerie. Ces fissures pourraient sans doute être aveuglées de manière étanche.

Mais il est probable que l'élasticité de la roche n'a eu qu'une faible influence sur les déformations qui se sont produites ; ce qui semble confirmer cette opinion, c'est que le tube est resté en bon état dans le tronçon supérieur de la galerie où le terrain est de bonne qualité.

Des calculs approximatifs montrent aussi qu'une pression intérieure de 4,5 atm. ne produit que de faibles déformations élastiques radiales dans l'enveloppe rocheuse, ou des élargissements tangentiels dans une roche résistant à la traction et que, d'une façon générale, les fissures ne pourraient être attribuées avec certitude à cette élasticité. La rapide diminution de la pression dans l'enveloppe rocheuse, ainsi que la résistance annulaire de la roche là

<sup>1</sup> Voir Bulletin technique du 30 avril 1921, page 102.

## LA FRAGILITÉ DES ACIERS SOUMIS A DES SOLLICITATIONS RÉPÉTÉES



Fig. 1. — Cassure d'un essieu de wagon, en acier Thomas.

où elle ne cède pas aux efforts de traction concourent également à diminuer les déformations radiales.

Dans une enveloppe rocheuse saine, abstraction faite de sa résistance à la traction, la pression intérieure se propage radialement, en théorie, jusque dans les couches les plus éloignées, d'où il résulte que la pression spécifique diminue rapidement en raison du profil annulaire de la galerie. En réalité d'autres facteurs, par exemple, des effets de voûte qui se produisent dans la roche, contribuent sans doute à réduire considérablement les déformations élastiques théoriques. Avec un coefficient d'élasticité de 200 t./cm<sup>2</sup>, par exemple, la mesure théorique de la déformation radiale de l'enveloppe rocheuse sous une pression de 4,5 atm. sera de  $\frac{1}{20}$  de mm. L'influence de l'élasticité de la roche pour un profil de galerie circulaire dans une enveloppe rocheuse élastique résistant à la traction sera du même ordre de grandeur en cas de réaction radiale uniforme de cette enveloppe. L'équation posant que les allongements élastiques, radiaux ou tangentiels à l'extrados du tube en béton doivent être égaux, montre que la plus grande partie de la pression intérieure est transmise à l'enveloppe rocheuse, par exemple, pour un tube en béton de 25 cm. d'épaisseur avec rayon intérieur de 100 cm., le coefficient d'élasticité du béton étant de 100 t./cm<sup>2</sup> et de 200 t./cm<sup>2</sup> pour la roche, et la pression intérieure de 4,5 atm., la pression spécifique extérieure (qui agit sur une surface de 25 % plus grande) est de 3,26 atm. La plus grande fatigue à l'extension à laquelle est soumise le tube en béton est de 3,9 kg. par cm.<sup>2</sup> à l'intérieur et de 2,1 kg. par cm.<sup>2</sup> à l'extérieur; dans le rocher, elle est de 2,4 kg. par cm.<sup>2</sup> Par conséquent, le tube en béton ne supporterait lui-même qu'une faible fraction de la pression intérieure, et serait ainsi soumis à un effort

peu considérable. L'augmentation du diamètre intérieur de la galerie s'élève dans ce cas à  $\frac{1}{20}$  de mm. environ; mais si les réactions de la roche ne sont pas uniformes ou si le profil de la galerie s'écarte de la forme circulaire, l'effort de traction auquel est soumis le tube peut provoquer des fissures.

Seuls des essais peuvent permettre un jugement définitif sur la dimension et la nature des déformations de la roche. On pourrait en tirer des conclusions quant à la grandeur de la pression dangereuse et quant à la nature de la maçonnerie. Ces essais devraient avoir lieu dans l'intérêt général; ils pourraient être entrepris, par exemple, dans une galerie d'essai qui serait établie à Piora au-dessus de la galerie existante et parallèlement à cette dernière, ainsi que dans la galerie de l'usine d'Amsteg. Dans le premier cas, c'est-à-dire dans le micaschiste qui ne possède pas d'élasticité accusée, la déformation sera probablement purement plastique, elle consistera en une compression des parties extérieures. Cet essai peut donner de bons résultats, même si une petite partie seulement de la surface, 1 m.<sup>2</sup> par exemple, est soumise à la compression.

## LA FRAGILITÉ DES ACIERS SOUMIS A DES SOLLICITATIONS RÉPÉTÉES

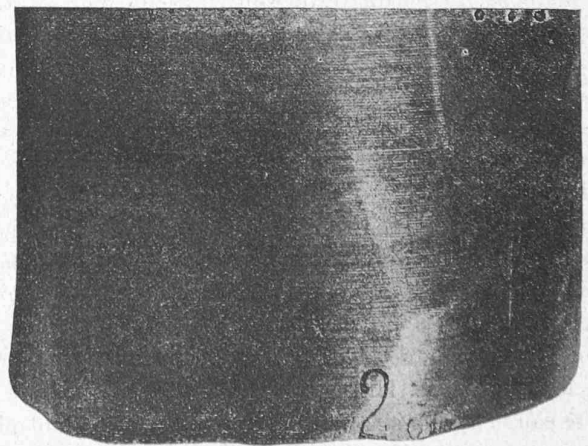
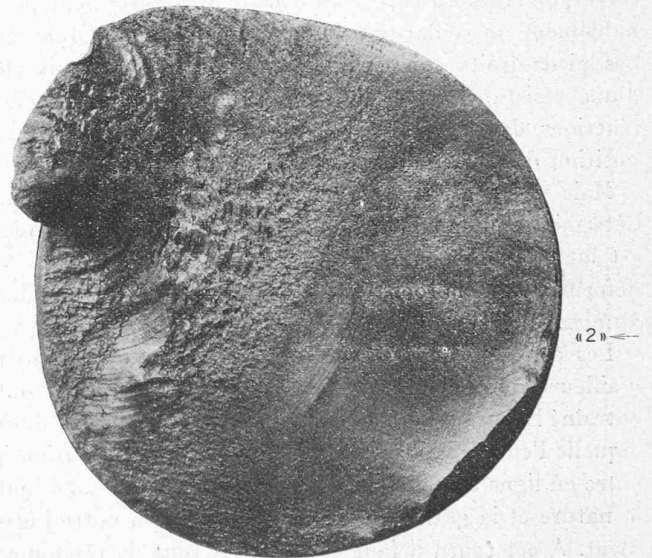


Fig. 5. — Rupture amorcée le long du trait horizontal du «2».

Dans la galerie de l'usine d'Amsteg, en revanche, l'élasticité de l'enveloppe rocheuse devrait être constatée à l'aide d'essais établis sur une plus grande échelle. Ils nous indiqueraient dans quelle partie de galerie un revêtement de béton suffit, ou n'est pas nécessaire et, le cas échéant, à quels autres moyens il faut recourir. Etant donnée la réduction considérable de la déformation de surfaces soumises à la pression en raison de la résistance des matériaux qui les avoisinent et qui ne sont pas comprimés, il faudrait mettre sous pression un tronçon de galerie relativement long, et mesurer l'élargissement au milieu de cette section. Ainsi que nous l'avons déjà dit, nous croyons que, dans une roche saine et abstraction faite de la compression plastique des surfaces, il ne se produira pas de déformations notables si la pression intérieure n'est pas trop élevée.

Les essais dont il vient d'être question ont commencé à Piora et à Amsteg. Leurs résultats seront examinés dans la seconde partie de ce rapport, laquelle traitera des conditions que doivent remplir à l'avenir, au point de vue constructif, les galeries sous pression.

(La fin au prochain numéro.)

LA FRAGILITÉ DES ACIERS SOUMIS A DES SOLLICITATIONS RÉPÉTÉES

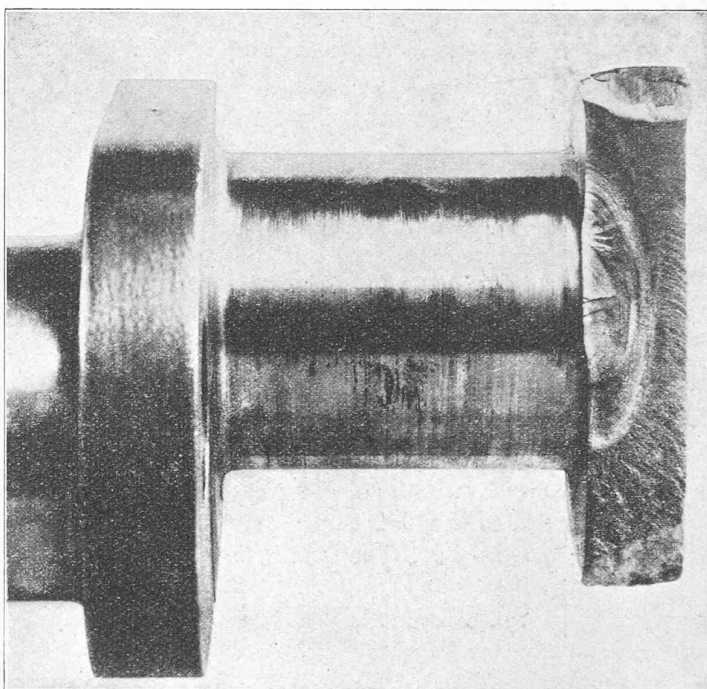


Fig. 2. — Vilebrequin brisé d'un moteur à explosion, à grande vitesse.

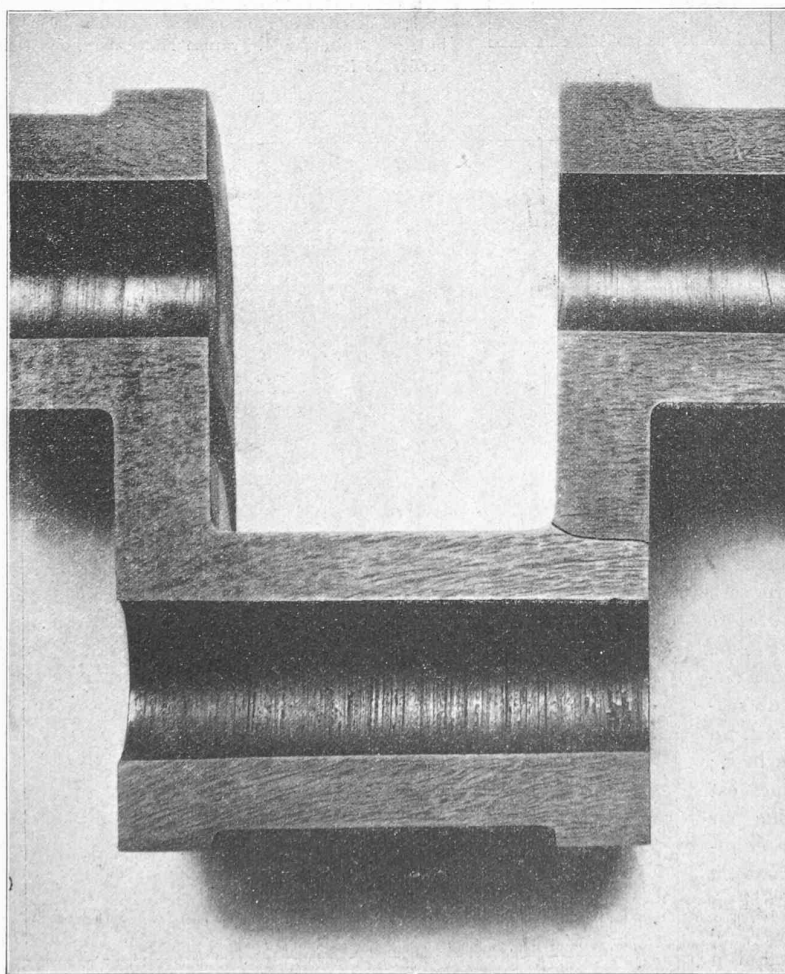


Fig. 3. — Section du vilebrequin de la fig. 2 montrant la direction des fibres de l'acier et la cassure. — Ebauche défectueuse.

### La fragilité des aciers soumis à des sollicitations répétées.

MM. F. Rittershausen et P. Fischer exposent dans les *Kruppsche Monatshefte* les résultats de longues études exécutées par le service des recherches de la maison Krupp sur la fragilité imputée à beaucoup d'aciers par la répétition fréquente de sollicitations dont chacune est d'ailleurs incapable de compromettre en rien la solidité du métal.

Il s'agit de cette fragilité qui se manifeste un beau jour, souvent après plusieurs années de service, par une rupture soudaine et intempestive sans avoir été précédée d'une déformation apparente de la pièce, sans que la région voisine de la rupture présente ni allongement ni contraction latérale. On a tenté d'expliquer ce phénomène en invoquant la « fatigue » de l'acier, par quoi on entendait une diminution de sa résistance et de sa ductilité concomitantes à une altération de sa texture. Cette explication paraît difficilement soutenable ensuite des expériences faites aux établissements Krupp, dont les résultats semblent conduire à la conclusion que la cause de cette fragilité des aciers est non la « fatigue » mais l'imperfection de l'élasticité du métal. Voici l'interprétation de MM. Rittershausen et Fischer : On peut admettre que les aciers sont doués d'une élasticité parfaite tant que l'action moléculaire, la tension, reste au-dessous d'une certaine limite qui est d'ailleurs bien inférieure à la fameuse limite apparente d'élasticité. Certaines conjonctures pourront se présenter où quelques fibres, par exemple, les fibres les plus extérieures d'un corps travaillant