

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 45 (1919)  
**Heft:** 2

**Artikel:** L'écrouissage des métaux  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-34872>

#### 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>**

mier exemple, le coup de bâlier maximum se produira pour la fermeture complète qui peut être effectuée en  $\frac{2L}{a} = \frac{2.800}{1000} = 1,6$  seconde, et dans le deuxième exemple en  $\frac{2.500}{1000} = 1$  seconde.

(A suivre).

### L'écrouissage des métaux.

En manière de complément aux considérations que M. A. Paris a développées dans le dernier numéro de ce journal sur l'emploi de l'acier doux et de l'acier<sup>1</sup> dur pour l'armature du béton, nous signalons les très intéressantes recherches exécutées par M. van den Brœck, à l'Université de Michigan. Cet expérimentateur a constaté que la substitution à l'acier ordinaire d'acier doux étiré à froid, c'est-à-dire écrouï, entraînait une augmentation de 80 % de la résistance des poutres en béton armé. Cette résistance a été accrue de 35 % lorsqu'il substitua aux barres d'acier doux à section carrée des barres d'acier doux à section carrée mais préalablement écrouï, non par traction, comme tout à l'heure, mais par torsion, le rapport entre la quantité de métal et celle du béton étant, bien entendu, le même dans les deux cas comparés. Ces expériences ont été entreprises par M. van den Brœck dans le dessein d'appliquer à un problème de la pratique courante les résultats de ses travaux sur les variations de la limite élastique de l'acier doux en fonction de l'écrouissage. Bauschinger avait déjà observé, vers 1886, qu'à la suite de l'étirage à froid d'un barreau d'acier la limite élastique était considérablement abaissée, parfois même

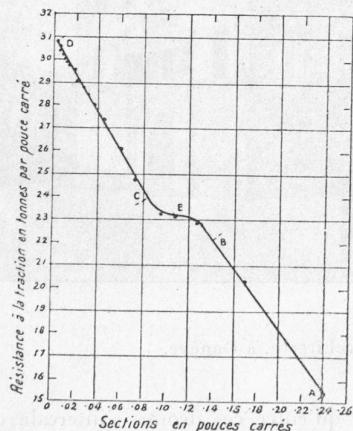


Fig. 1.

au point de s'annuler, mais qu'elle se relevait progressivement et spontanément pour atteindre, au bout d'un certain laps après que l'effort eut été supprimé, une valeur égale à celle de cet effort et même la dépasser si la période de « maturation » était suffisamment longue. Le grand mérite de M. van den Brœck est d'avoir poursuivi systématiquement les recherches de Bauschinger et, surtout, d'avoir mis en lumière que cette maturation par le temps, souvent

<sup>1</sup> Parmi les tentatives de substitution à l'acier doux de l'acier à haute limite d'élasticité, citons celles dont M. W. Shelf a rendu compte dans les *Transactions of the Society of Engineers* (1917, page 434) et d'où il conclut que les barres d'acier à limite d'élasticité élevée contiennent 30 shillings de plus par tonne que celles d'acier doux, mais que 80 tonnes de cet acier dur équivalent à 100 tonnes d'acier doux, à égalité de résistance du béton armé.

fort longue, cent jours et plus, des propriétés élastiques de l'acier écrouï pouvait être remplacée par un simple revenu d'une quinzaine de minutes dans l'eau bouillante : c'est là un fait dont l'importance pratique n'échappera à personne.

Par limite élastique il faut entendre le point où la ligne représentative de l'effort en fonction de la déformation

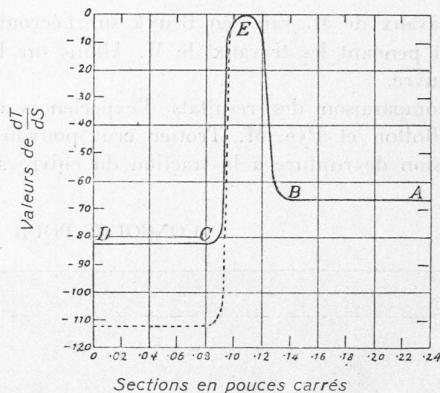


Fig. 2.

cessé d'être une droite. Cette limite est souvent confondue, en raison d'une homonymie déplorable, avec la limite *apparente* d'élasticité c'est-à-dire avec le commencement des grands allongements permanents qui se traduit sur le diagramme, pour les aciers, par un point de rebroussement ou un palier. De plusieurs centaines d'expériences sur l'écrouissage de l'acier doux, décrites dans le numéro du 26 juillet 1918 de l'*Engineering*, M. van den Brœck a tiré des conclusions que nous allons résumer, après avoir arrêté une convention de signes en vue d'abréger le discours : nous dirons que des sollicitations à l'extension et à la compression sont de même direction mais de sens contraires, que des sollicitations à la torsion et à la traction ou à la compression sont de directions différentes, enfin qu'une torsion sinistrorum a la même direction qu'une torsion dextrorum mais un sens opposé. Cela admis, voici les conclusions :

1. Si un acier doux a été soumis à un traitement mécanique à froid dans une direction et un sens quelconques et qu'il soit ensuite sollicité dans une direction et un sens quelconques, *avant d'avoir* été soumis à la maturation par le temps ou à un revenu, on observe que la limite élastique originale s'est abaissée et souvent est tombée à zéro.

2. Si un acier doux a été soumis à un traitement mécanique à froid, de direction et de sens déterminés (traction, par exemple) et qu'il soit ensuite sollicité suivant la même direction et le même sens (traction), *après* maturation par le temps ou revenu, on constate que la limite élastique originale s'est élevée de plus de 100 % et même de 10 ou 20 % au-dessus de la tension maximum produite par le traitement mécanique, le métal conservant une bonne ductilité (par exemple : coefficient de contraction 65 %).

3. Si un acier doux a été soumis à un traitement mécanique à froid, de direction et de sens déterminés (traction, par exemple) et qu'il soit ensuite sollicité, *après* maturation par le temps ou revenu, dans la même direction mais suivant un sens opposé (compression), on constate que la limite élastique n'a pas varié mais que la limite *apparente* d'élasticité (point de plasticité) s'est élevée.

4. Si un acier doux a été soumis à un traitement mécanique à froid, dans une direction (traction, par exemple) et qu'ensuite il soit sollicité, *après* maturation par le temps ou

revenu, dans une autre direction (torsion), on observe que la limite élastique s'est élevée de 50 %.

C'est donc en vertu de ces règles qu'a été réalisé l'accroissement de résistance — signalé au début de cet article — des poutres en béton armés au moyen d'acier judicieusement écroui.

\* \* \*

A ces travaux de M. van den Broeck sur l'écrouissage de l'acier font pendant les travaux de M. Alkins sur l'écrouissage du cuivre.

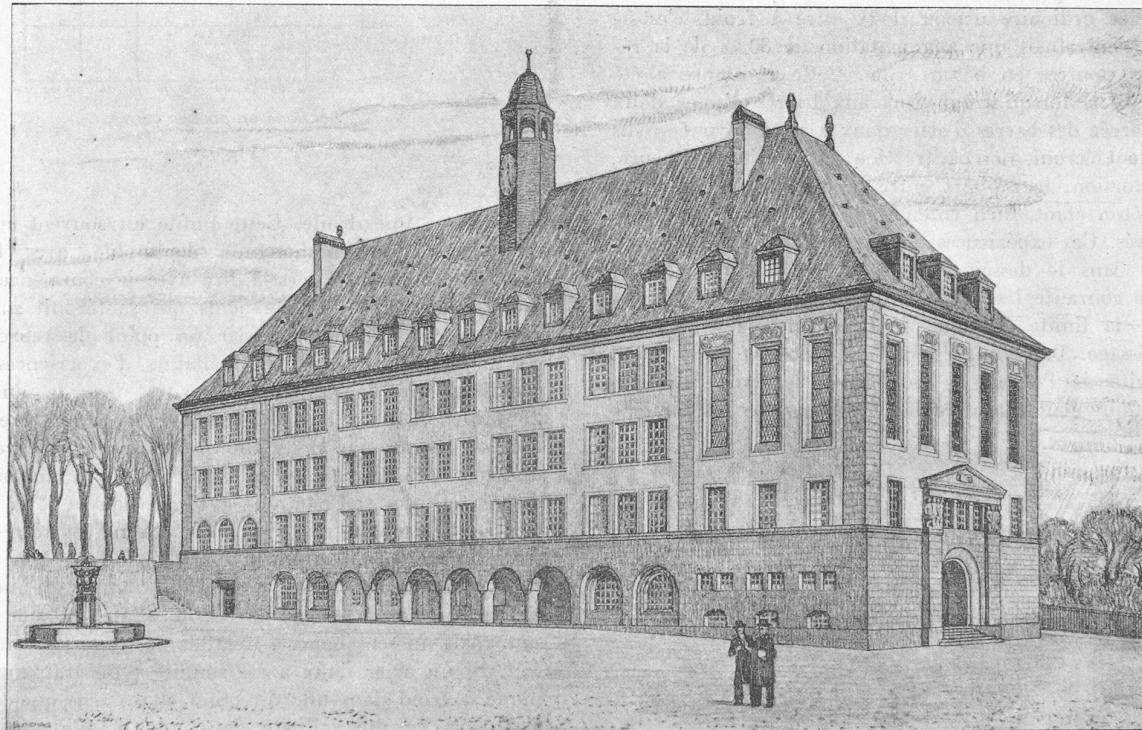
De la comparaison des résultats d'expériences exécutées par MM. Bolton et Pye, M. Trotter crut pouvoir inférer que la tension de rupture à la traction du cuivre soumis à

Londres, au cours de son *meeting* de septembre dernier.

Un lingot de cuivre fut laminé à chaud au diamètre de  $\frac{9}{16}$  pouce. Après un recuit de 4 heures à  $600^{\circ}$ , suivi d'un refroidissement lent et d'un décapage à l'acide sulfurique pour détruire la couche d'oxyde, le barreau fut étiré, par 25 passes sans aucun recuit intercalaire, en fils de 26 diamètres différents, variant de 0,553 pouce à 0,0403 pouce. Après chaque passe, deux échantillons furent prélevés et soumis à l'épreuve de traction qui fournit les résultats exprimés graphiquement par les figures 1 et 2 de la page précédente.

L'examen de la figure 1 révèle que de A à B et de C à D la tension de rupture varie linéairement avec la sec-

#### CONCOURS POUR LE COLLÈGE DE SAINT-JEAN, A GENÈVE



Perspective.

1<sup>er</sup> prix : Projet « Sous le portique », de M. H. Baudin, architecte, à Genève,

un étirement progressif à froid est reliée au diamètre du fil éprouvé par l'équation :

$$T = a - bD$$

où

T est la tension de rupture en tonnes par pouce carré,  
D est le diamètre en pouces,  
a et b sont des constantes.

M. Pye prétendait interpréter le caractère linéaire de cette relation entre la tension de rupture et le diamètre ou le périmètre de la section envisagée, par l'hypothèse que l'action « durcissante » de l'étirement à froid serait localisée aux couches immédiatement voisines de la surface cylindrique du fil étiré qui constituerait ainsi une espèce de pellicule.

En vue de contrôler l'exactitude de la formule de Trotter et, subsidiairement, la légitimité de l'hypothèse de Pye, M. W. E. Alkins entreprit une longue série de recherches dont il a présenté les résultats à l'*Institute of Metals*, de

tion du fil et qu'entre ces droites s'intercale une ligne incurvée, sans maximum ou minimum, mais avec un point d'inflexion en E. Ces trois éléments de la courbe sont représentés par les équations suivantes :

$$AB) \quad T = 31,6 - 67S$$

$$CD) \quad T = 30,83 - 82,66S$$

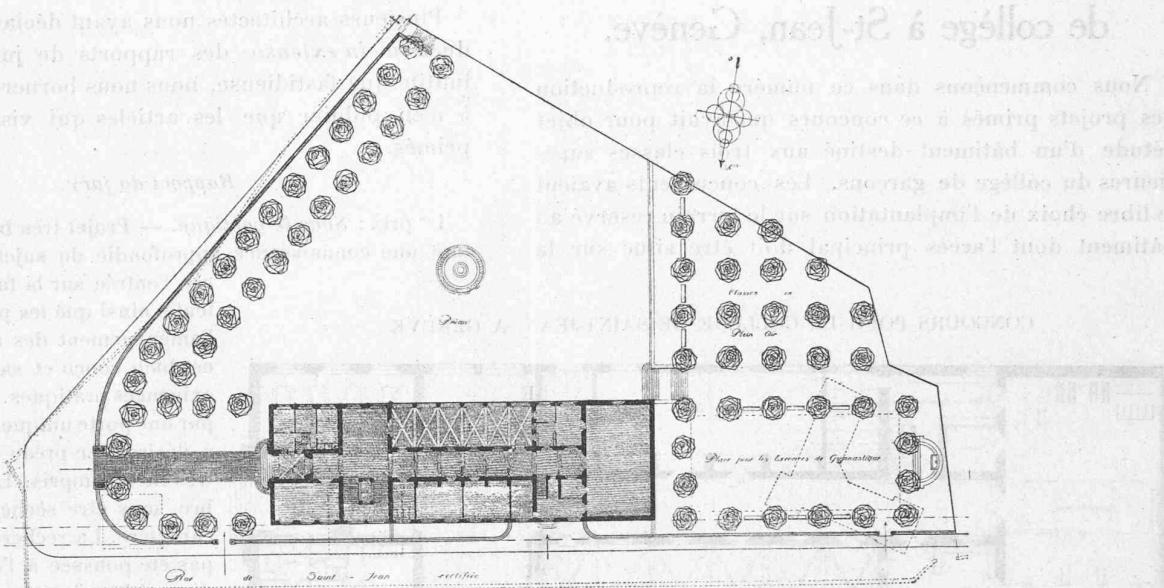
$$BEG) \quad T = 23,2 - \sqrt[3]{S} - 0,107$$

où S est l'aire de la section, en pouces carrés.

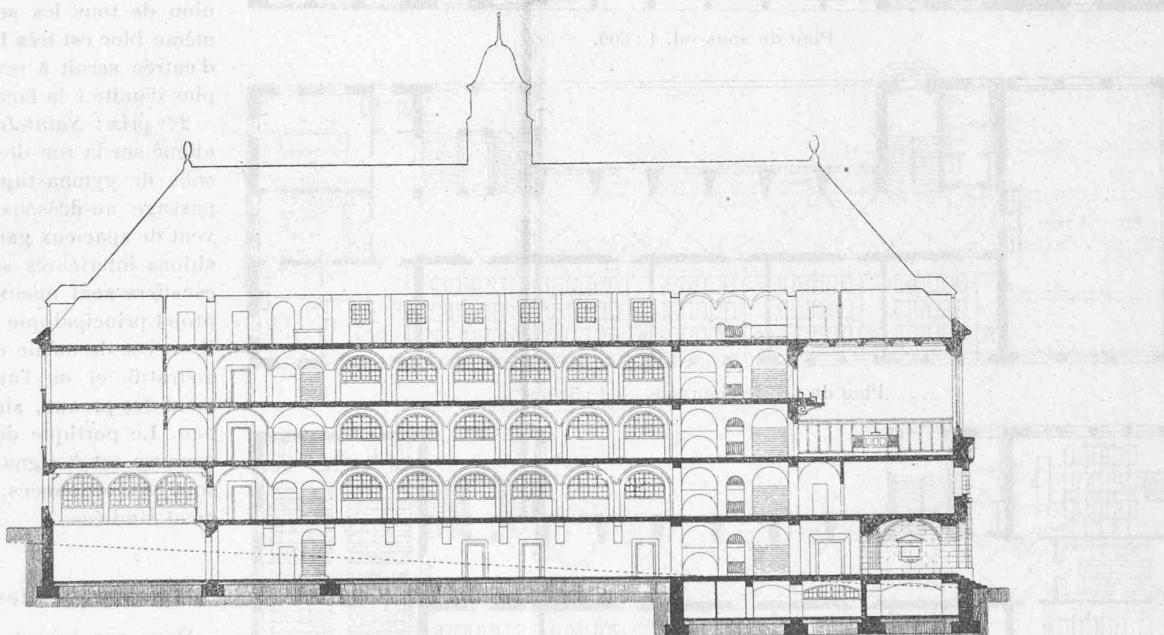
et T est la tension de rupture en tonnes par pouce carré de section.

Le taux de variation de la tension par rapport à la section,  $\left[ \frac{dT}{dS} \right]$  est d'abord constant, le long de AB et égal à 67 tonnes par pouce carré pour une diminution de un pouce carré de la section, puis il diminue de B à E, s'anule en B, croît de B à C et demeure de nouveau constant et égal à 82,66 tonnes par pouce carré, le long de CD.

## CONCOURS POUR LE COLLÈGE DE SAINT-JEAN, A GENÈVE



Plan de situation. — 1 : 1200.



Coupe longitudinale. — 1 : 500.

1<sup>er</sup> prix : Projet « Sous le portique », de M. H. Baudin, architecte, à Genève.

Dans une deuxième série d'expériences, M. Alkins opéra sur des fils de cuivre étirés plus sévèrement, c'est-à-dire que la réduction du diamètre de 0,553 pouce à 0,0397 fut obtenue en 13 passes, au lieu de 25 précédemment. La courbe représentative des résultats d'épreuves de traction se superpose exactement à celle de la figure 1 le long de  $ABE$ . Mais à partir de  $E$  les deux lignes s'écartent l'une de l'autre, celle de la deuxième série ayant un coefficient angulaire  $\frac{dT}{dS} = -112$  plus petit que celui de la première série ( $-82,66$ ). (Fig. 2. — Courbe pointillée.)

D'où cette conclusion que jusqu'à la région critique la fonction  $T=f(S)$  serait indépendante de l'allure de l'étirage.

En outre, les fils dont la section tombe sur le domaine  $AE$  paraissent stables à la température ordinaire tandis que ceux du domaine  $ED$  présentent une régression de  $T$  avec le temps, accélérée par une élévation de la température, et qui, lorsqu'elle s'opère spontanément, prend fin au moment où  $T$  a atteint la valeur d'environ 23 tonnes par pouce carré qui correspond au point d'inflexion.

Nous pensons que nos lecteurs nous saurons gré de leur faire grâce des hypothèses plus ou moins nuageuses (théorie du « ciment amorphe » de Beilby, allotropie du cuivre, etc.) par lesquelles on a tenté, sans grand succès, d'expliquer ces phénomènes.

D.