

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 48 (1922)
Heft: 4

Artikel: La "fatigue" des métaux soumis à la torsion alternative
Autor: D.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-37391>

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: 27.01.2026

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

liquide avec une perte de 1 % à l'heure en moyenne pour les petits vases, et seulement $\frac{1}{4}$ % à l'heure pour les plus grands, ce qui est remarquable.

On peut ainsi maintenir pendant plusieurs jours de l'oxygène liquide avec une perte n'allant pas au tiers de la quantité initiale, pour peu que les vases soient suffisamment grands.

Préparation de l'explosif à l'oxygène liquide.

Le problème consistant à préparer des mélanges d'oxygène liquide (P. E. = — 183 °C) et de corps hydrocarbonés ou autres combustibles, offre plusieurs solutions, qui toutes se heurtent à des difficultés techniques.

Il s'agit en l'espèce, de mélanges de 1 partie de sciure de bois, de suie, de naphtaline, avec 2 à 5 parties d'oxygène liquide, suivant la nature de l'absorbant.

D'une manière générale nous appellerons *oxylique*, le mélange explosif d'oxygène liquide avec l'un des corps absorbants et combustibles ci-dessus mentionnés.

Il n'est pas facile de mélanger intimement les constituants de l'oxylique et de la conserver à l'air libre, ne serait-ce qu'une heure, sans avoir recours à une source de grand froid, étant donné l'énorme volatilité de l'oxygène liquide à l'air ambiant.

On conçoit, en effet, que la perte continue d'oxygène par volatilisation change d'instant en instant le rapport dans lequel les constituants avaient été primitivement dosés.

On a fondé beaucoup d'espérance sur des corps hydrocarbonés à grand pouvoir *absorbant* comme l'amadou, certains charbons poreux, en admettant qu'ils absorberaient une plus grande quantité d'oxygène liquide, et la retiendraient avec une plus grande ténacité que ne le font les premiers combustibles employés, c'est-à-dire la sciure, la suie, etc.

Signalons dans ce domaine un produit de condensation de l'acétylène ($C^2 H^2$), fabriqué par les usines de la Lonza, livré sous le nom de « Cuprène », et qui marque un progrès dans cette voie.

L'on sait qu'abandonné à l'air libre, de l'oxygène liquide se volatiliserait instantanément, si le froid même produit par les premières quantités qui se vaporisent, ne tendaient à maintenir ce qui reste au-dessous du point d'ébullition, prolongeant ainsi quelque temps son existence à l'état liquide.

Pour fixer les idées par quelques chiffres, voici approximativement les temps que met un mélange initial de 1 partie de charbon de bois et de 3 parties d'oxygène liquide (mélange favorable pour l'emploi comme explosif), abandonné à l'air libre, pour perdre tout son oxygène par volatilisation.

Pour 100 gr. de mélange	3 à 4 minutes
» 200 »	6 à 7 »
» 500 »	12 à 15 »
» 1000 »	plus de 20 minutes

Il est clair que la forme qu'affecte le mélange, le degré d'humidité de l'air, qui dépose une couche de givre isolante sur le mélange, etc. peuvent influer sur ces durées, et nous ne donnons ici que des durées moyennées.

Mais déjà avant les termes indiqués ci-dessus, ces mélanges n'ont plus la quantité d'oxygène nécessaire pour donner l'explosion cherchée.

Signaler la courte « vie » de l'oxylique, d'autant plus brève que sa masse est plus petite, c'est mettre le doigt sur le défaut capital de cet explosif.

Nous verrons plus loin que ce défaut est particulièrement grave en ce qui concerne la technique du minage en Suisse, où le travail en roche plus ou moins dure, avec des trous de mine de petit calibre (22 ou 25 mm.) est à peu près le seul en usage.

Ceci dit, nous décrivons ci-bas les méthodes employées pour la préparation de l'oxylique.

1^o Préparation dans le trou de mine même.

Dans ce cas, les cartouches de papier très perméable ou perforé de petits trous et contenant la matière combustible, d'un calibre tel qu'elles entrent facilement dans le trou de mine, y sont introduites sans autre, et quand elles sont en place, arrosées d'oxygène liquide jusqu'à saturation, ce que la pratique indique.

Cette méthode a l'avantage de supprimer le maniement des cartouches chargées, et réalise la plus grande économie d'oxygène liquide.

Mais l'on conçoit qu'elle n'est applicable que pour les trous de mine sensiblement verticaux par rapport au sol, car l'oxygène liquide s'écoulerait des trous horizontaux, où d'ailleurs on aurait grand'peine à l'introduire par versement ou siphonage.

Cette méthode, préconisée par Kowatsch et Baldus, est d'ailleurs presque entièrement abandonnée et remplacée par la 2^o Saturation préalable des cartouches par l'oxygène liquide et chargement subséquent.

Ici, on se base sur la propriété qu'ont les cartouches combustibles absorbantes de boire, à la façon d'une éponge, l'oxygène liquide. On immerge les cartouches de matière combustible dans l'oxygène liquide, sur lequel elles flottent d'abord, ensuite elles tombent au fond du récipient quand elles ont absorbé la quantité nécessaire d'oxygène.

Elles sont alors prêtes à l'emploi, et sont introduites dans le trou de mine.

Les récipients servant à l'imbibition des cartouches par l'oxygène liquide sont également à double paroi et isolées contre la déperdition de frigorique. (A suivre.)

La « fatigue » des métaux soumis à la torsion alternative.

The Engineer du 12 août 1921 a publié un résumé d'un mémoire de M. J. Gough sur la « fatigue » de métaux soumis à des torsions alternées au moyen de la machine représentée schématiquement par la figure 1 : *ScsS* est un arbre coudé portant un volant *F* et accouplé directement à un moteur électrique. Les bielles *KK* transmettent le mouvement de ce vilebrequin

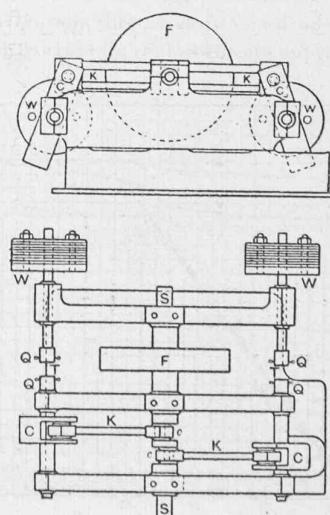


Fig. 1.
Machine pour essais à la torsion alternative.

aux deux balanciers *CC* dont les axes portent des pinces *QQ* faisant face à des pinces semblables fixées à l'extrémité des axes des deux masses oscillantes *WW* formées de disques dont le moment d'inertie polaire est connu. L'éprouvette cylindrique est amarrée dans les pinces *Q*.

La tension maximum de cisaillement produite dans l'éprouvette est exprimée par la relation

$$\tau = \frac{\pm KM\eta n^2}{I}$$

K = constante.

M = moment d'inertie polaire de la masse oscillante *W*.

I = moment d'inertie polaire de la section de l'éprouvette.

n = vitesse de la machine.

Cette tension, variant dans le même sens que la vitesse de la machine, peut être accrue à volonté en augmentant le nombre de tours *n* de l'arbre *S*. La ligne figurative de la déformation de l'éprouvette en fonction de *n* présente, à un moment donné, une singularité (point *A* de la figure 2) qui manifeste un accroissement soudain de la déformabilité du métal et que l'auteur appelle « limite de fatigue ».

On voit tout de suite que cette ingénieuse méthode est appelée à rendre les plus grands services puisqu'elle fournit en quelques minutes des résultats que les machines usuelles dites d'« endurance », mettant en œuvre la méthode de Wöhler, ne donnent qu'après avoir torturé l'éprouvette pendant plusieurs jours.

L'auteur de ces recherches, exécutées au National Physical Laboratory de Londres, étudiait l'effet produit par cette torsion alternative soit 1^o en mesurant l'amplitude des oscillations des masses *W* au moyen d'un miroir solidaire de leur axe, soit 2^o en mesurant l'élévation de température concordante au travail interne de torsion.

Des résultats de ces expériences, nous n'en relèverons que deux parce qu'ils attestent une curieuse comportance du nickel, d'une part, et du fer de Suède, d'autre part.

La figure 2, relative au nickel, montre, pour une vitesse de la machine de 850 tours par minute, une première « limite de fatigue » *A* à laquelle fait suite une déformation qui, prenant fin lorsque la vitesse atteint 860 tours, rétrograde complètement puis, nouvelle « limite de fatigue » à 870 tours, nouvelle déformation, mais plus étendue encore que la première, suivie d'une nouvelle rétrogradation. La courbe de droite de la figure représente, en fonction du nombre de tours de la machine, les lectures faites sur l'échelle du levier optique et la courbe de gauche, les lectures du galvanomètre mesurant la température de l'éprouvette.

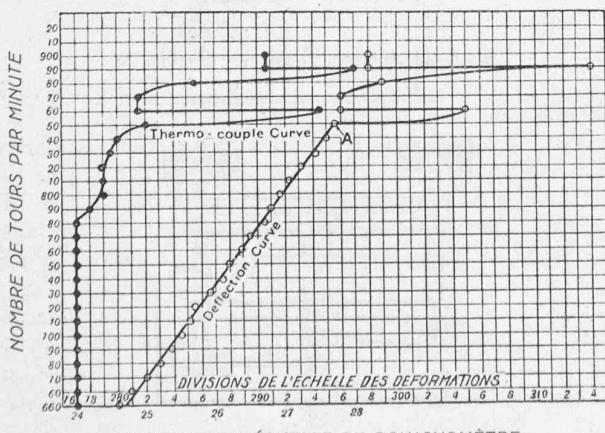


Fig. 2. — Nickel sollicité à la torsion alternative.

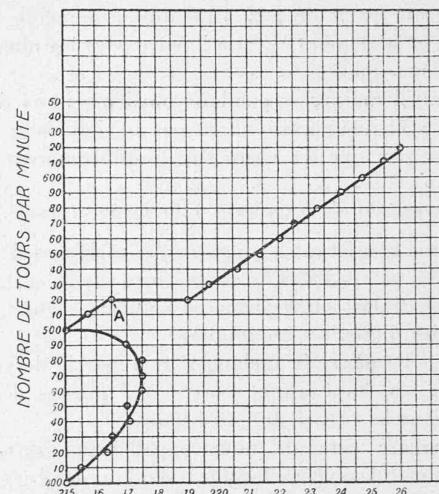


Fig. 3. — Fer de Suède sollicité à la torsion alternative.

Le diagramme de la figure 3 concernant du fer de Suède est si bizarre que l'auteur crut à une erreur et répéta soigneusement ses expériences, mais il obtint le même résultat.

Le tableau suivant met en regard les résultats des expériences de « fatigue » par torsion alternative (méthode de Gough) et ceux des expériences d'endurance par flexion ou traction alternative (méthode de Wöhler).

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
« Limite de fatigue » par torsion alternative pratiquée selon la méthode de Gough	« Limite de fatigue » par traction ou flexion alternatives pratiquées selon la méthode de Wöhler	Rapport des nombres de la colonne <i>A</i> à ceux de la colonne <i>B</i>	
Tension de cisaillement en tonnes par pouce carré	Tension en tonnes par pouce carré		
Nickel pur	6.58	(13.0 (<i>F</i>)	0.51
Acier à 0,27 % de carbone	7.32	13.2 (<i>T</i>)	0.50
» 0,3 % »	8.76	15.2 (<i>F</i>)	0.48
» 0,31 % »	9.5	21.0 à 22.0 (<i>F</i>)	0.45 à 0.43
» 0,38 % »	9.40	17.3 à 22.0 (<i>F</i>)	0.54 à 0.43
» 0,4 % »	8.85	18.0 à 19.5 (<i>F</i>)	0.49 à 0.45
» 0,42 % »	8.66	17.3 (<i>F</i>)	0.5
» 0,65 % »	10.50	21.0 (<i>F</i>)	0.50
Tôle pour chaudières	7.00	12.4 (<i>F</i>)	0.56
Fer de Suède	4.05	9.5 (<i>T</i>)	0.43

N.-B. — *F* = sollicitation à la flexion alternative.

T = sollicitation à la traction alternative.

Les nombres de la troisième colonne sont en accord avec l'hypothèse de Guest (Guest's Law) qui fait de la tension de cisaillement une mesure de la résistance des corps aux sollicitations mécaniques. D'après Guest, toutes les ruptures se produiraient par cisaillement et la limite apparente d'élasticité serait conditionnée par une valeur donnée de la tension de cisaillement, cette tension étant égale à la moitié de la plus grande différence entre deux des trois tensions principales. La comparaison des nombres des colonnes *A* et *B* du tableau précédent montre qu'ils sont sensiblement dans le rapport de 1 à 2 fixé par l'hypothèse de Guest.

Signalons, à propos de ces problèmes de « résistance composite », la remarquable série d'articles que la *Revue B. B. C.* publie sur la « Résistance des métaux aux efforts mécaniques » et les deux mémoires « The Strength and Stiffness of Steel under biaxial Loading » by A. J. Becker et « The Relation between the elastic Strengths of Steel in Tension, Compression and Shear », by F. Seely and J. Putnam. Bulletins Nos 85 et 115 de l'Engineering Experiment Station of the University of Illinois (Urbana).

D.