

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 44 (1918)  
**Heft:** 19

**Artikel:** Quelques appareils pour l'essai rapide des métaux (suite et fin)  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-34053>

### **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:** 03.05.2026

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

soit une réduction totale de fr. 767 211 sur celles du Conseil fédéral et une augmentation de fr. 94 712 sur les propositions du J.-S. du 28 janvier 1897, qui ne comptaient pas les mains-d'œuvre de pose de la superstructure.

Le recours des compagnies entraîna une réponse du Département des Postes et des Chemins de fer, en date du 30 octobre 1899, concluant au maintien de ses normes et à diverses dispositions juridiques pour l'application de la loi de 1896.

Les années suivantes, les compagnies complétèrent leurs mesurages de l'usure des rails d'acier et leurs moyens de défense en vue du procès et d'une expertise probable, mais le rachat amiable du *Central* d'abord, puis des autres réseaux, sauf le *Gothard*, mit fin au procès qui ne fut jugé que pour ce dernier.

Bien que les entreprises de la Confédération et des cantons ne soient pas astreintes au fonds de renouvellement légal, les *C. F. F.* en ont créé un au moyen de ceux des compagnies rachetées, alimenté par des versements annuels basés sur les normes imposées au *Gothard*, savoir :

- |   |  |            |
|---|--|------------|
| a) <i>Superstructure</i> :  | Par mètre courant de voie,   | 0 fr. 30   |
|   | Par km. de locomotive (sans les manœuvres),  | 0 fr. 07   |
| b) <i>Matériel roulant</i> :  | Par km. de parcours, y compris manœuvres et haut le pied :                               |            |
|   | pour locomotives,  | 0 fr. 047  |
|   | » voitures,  | 0 fr. 003  |
|   | » wagons,  | 0 fr. 0028 |
| c) <i>Mobilier</i> :  | $2\frac{1}{2}\%$ de l'inventaire, avec prélèvement limité aux objets de plus de 30 fr. ; |            |
| d) <i>Installations mécaniques et mobilier des usines électriques</i> : | $4\%$ de la valeur d'inventaire ;  |            |
| e) <i>Installations de la traction électrique</i> :                     | $4\%$ du coût de la conduite au-dessus du corps de la voie.                              |            |

Le fonds <i>C. F. F.</i> , qui était fin 1902 de	Fr. 34 641 000
s'est augmenté en 1903 de celui du <i>J.-S.</i> ,	» 18 757 000
et des versements de l'année d'après les normes du Conseil fédéral,	» 7 986 000
Après les prélèvements de cet exercice,	» — 5 874 000
le montant net s'élevait à fin 1903 à	Fr. 55 510 000

Fin 1915 le fonds de renouvellement atteint fr. 81 416 000, en augmentation de fr. 3 140 000 pendant l'année.

Il est à noter que de 1903 à 1915 les prélèvements pour la superstructure ont toujours dépassé notablement les versements, ce qui montrerait que les normes sont trop basses, mais nous croyons que cette insuffisance provient surtout des réfections anticipées et des renforcements de voies effectués en vue d'une augmentation de la vitesse des trains et de la charge des locomotives, avant que la limite d'usure soit atteinte.

Le matériel roulant a constamment laissé un boni qui a amplement compensé le déficit sur la superstructure dont les versements représentent un peu moins de la moitié du total. Le mobilier accuse en 1915 un boni considérable (fr. 563 000 — 190 500) qui doit provenir du fait que l'on ne prélève sur le fonds que les objets de plus de 30 fr., limite évidemment exagérée.

On peut se demander si une pareille réserve est bien nécessaire puisque, lorsque l'état normal sera établi, ce ne sera plus qu'un fonds de compensation facilitant l'équilibre des budgets et que la remise à neuf instantanée de toutes les installations n'est pas possible et ne peut se faire.

(A suivre.)

## Quelques appareils pour l'essai rapide des métaux.

(Suite et fin)<sup>1</sup>

### Le scléroscope de Shore<sup>2</sup>.

Cet instrument évalue la « dureté » par la mesure de la hauteur de rebondissement d'un petit mouton de choc tombant en chute libre, de 25 cm. de hauteur, sur la surface bien dressée du métal à éprouver. Tandis que l'essai de Brinell, en raison de la contrainte exercée sur la matière soumise à la pression de la bille, fournit des résultats en connexion étroite avec la résistance à la rupture, l'épreuve de Shore vise plutôt les propriétés élastiques du métal et, notamment, pour les fers et aciers, ce qu'on est convenu d'appeler la limite élastique.

La fig. 4 est une vue d'ensemble du scléroscope de Shore et la figure 5 représente le détail du mécanisme commandé par le courant d'air ou le vide produit par la manœuvre d'une poire en caoutchouc reliée à l'instrument au moyen du tube flexible *A*. L'action de la poire est transmise d'une part aux ciseaux *H* portant le mouton *G* à pointe de diamant et d'autre part à la soupape *F* par l'intermédiaire du piston *C*, de l'oscillateur *D* à amplitude réglable, de la came *B* et du système à rochet *E*. Le mouton étant au bas du tube de verre gradué, à la fin d'une épreuve, le mécanisme, actionné par l'air comprimé provenant de la poire, ramène la soupape *F* sur son siège, ferme ainsi la communication du tube de verre avec

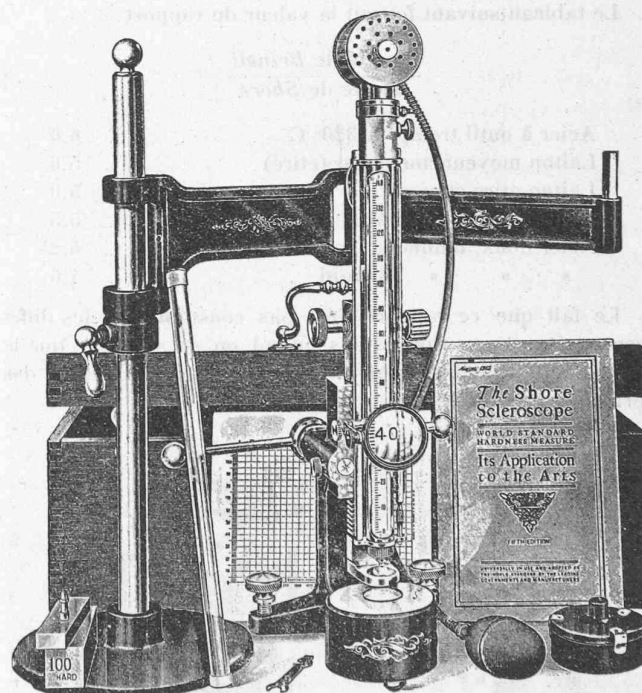


Fig. 4. — Le scléroscope de Shore.

l'extérieur et met, par contre, ledit tube en communication directe avec la poire ; celle-ci étant alors lâchée, le vide se produit dans l'appareil, le mouton *G* est sucé et vient s'accrocher aux ciseaux *H*. Une nouvelle compression de la poire produit l'ouverture de *F* puis la chute du mouton abandonné

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* 1918, p. 170.

<sup>2</sup> *Coats Machine Tool Cy. Ltd.*, Londres.

par les ciseaux *H* sous l'action de la pièce *I*. La lecture de la hauteur exacte du rebondissement s'effectue à l'aide d'une loupe sur l'échelle graduée d'ailleurs arbitrairement que porte le tube de verre.

*Nombres de dureté de Shore pour les principaux métaux industriels.*

	Recuit	Travaillé à froid	Trempe
Plomb	2-4	3-7	—
Or, 24 à 14 carats	5-25	24-70	—
Argent	6 1/2-14	20-37	—
Cuivre	6-8	14-20	—
Zinc	8-10	18-20	—
Étain	8-9	12-14	—
Bismuth	8-9	—	—
Laiton	7-35	20-45	—
Platine	10-15	17-30	—
Bronze phosphoreux	12-21	25-40	—
Bronze au manganèse	16-21	25-40	—
Fer forgé pur	16-18	25-30	—
Nickel, forgé	17-19	35-40	—
Acier doux 0,05 à 0,15 % de carbone	18-25	30-40	—
Acier à outil, 1 % C	30-35	40-50	90-110
» » 1,65 % C	38-45	—	90-110
Acier au vanadium	30-50	40-60	50-110
Acier au chrome-nickel	35-50	40-60	60-105
Acier au nickel	25-30	35-45	50-90
Acier très rapide	30-45	40-60	70-105

Le tableau suivant fournit la valeur du rapport

	dureté de Brinell	dureté de Shore
Acier à outil trempé à 320° C	6,6	
Laiton moyennement dur (étiré)	5,6	
Laiton étiré et recuit	5,0	
Acier à outil, au carbone, recuit	5,5	
Acier doux, laminé à chaud	5,25	
» » » à froid	4,6	

Le fait que ce rapport n'est pas constant pour les différents métaux ne surprend pas quand on se souvient que le procédé de Brinell et celui de Shore mettent en œuvre des principes très différents.

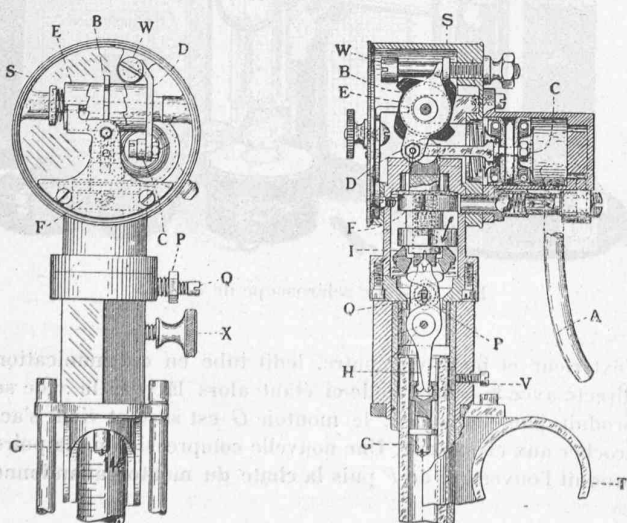


Fig. 5. — Mécanisme du scléroscope de Shore.

**L'appareil Erichsen pour l'essai des tôles.**

Après avoir décrit les appareils destinés à la mesure de la « dureté », examinons un dispositif qui fournit très rapidement des renseignements intéressants sur la « malléabilité » des métaux et sur le traitement thermique auquel ils ont été soumis.

L'appareil *Erichsen*<sup>1</sup> n'est rien autre qu'une minuscule presse à emboutir où le « flan » est remplacé par la tôle à essayer et la vis de pression est munie d'un micromètre.

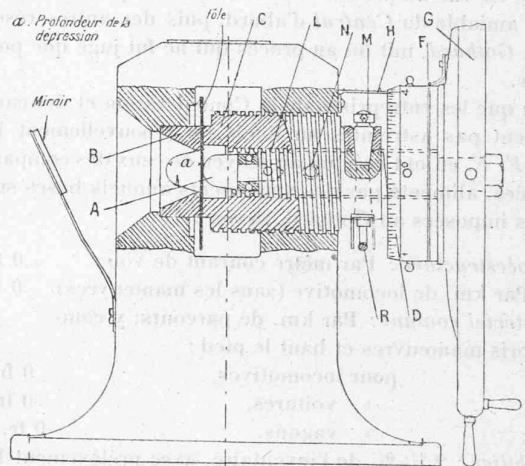


Fig. 6. — Appareil Erichsen.

L'éprouvette, serrée par la tête *C* contre la matrice *B*, est emboutie au moyen du poinçon *A* (fig. 6 et 7).

La profondeur *a* de l'indentation, au début de la rupture observée dans le miroir, profondeur mesurée sur le tambour *D* et la règle graduée *H* est le « nombre d'Erichsen » qui varie dans le même sens que la malléabilité ou que la « workability » (aptitude à être travaillé) comme disent les Anglais. De plus l'examen de la surface de l'embouti, de la nature et de l'orientation de la cassure permet de déceler certains caractères ou défauts tels qu'une texture fibreuse impropre à certaines opérations de forgeage, un acier à gros grains provenant d'un recuit exagéré et qui rompt facilement à l'étirage ; un cuivre dont la surface s'est grainée sous l'action de l'emboutissage a été recuit en présence de gaz qui ont agi sur lui chimiquement, etc.

En résumé, les caractères prédominants d'une haute « workability » sont : une valeur élevée du nombre d'Erichsen, une texture aussi peu fibreuse que possible, une surface de l'embouti non rugueuse ni grainée.

Voici comment fonctionne l'appareil :

Par une première opération on mesure l'épaisseur de la tôle (de 0,1 à 5 mm.) et dans une deuxième opération on pratique l'emboutissage. Pour la mesure de l'épaisseur, on met la graduation *D* au zéro puis on insère l'échantillon entre la tête *C* et la matrice *B*, on tourne le volant *G* jusqu'à ce que le contact entre *C* et l'échantillon soit parfait et on lit l'épaisseur sur la règle graduée *H* et le tambour *D* donnant le 100<sup>e</sup> de mm.

Cela fait on dégage, de 0,05 mm., l'échantillon au moyen du volant *G*, on immobilise *C* en serrant la vis *N*, on remet les graduations *D* et *H* au zéro, la vis commandant la translation du poinçon *A*, débrayée en agissant sur l'anneau à ressort *R*, et entraînée par la rotation du volant *G*, tourne à

<sup>1</sup> Constructeur : G.-H. Alexander, Birmingham, Coleshill Street.

l'intérieur de la vis *C* rendue inamovible, et le poinçon emboutit la tôle. L'opérateur suit la marche de l'emboutissage dans le miroir et, à l'instant où une crique apparaît, il arrête la manœuvre et lit sur les graduations *D* et *H* la profondeur de la dépression avec une précision de 0,01 mm. à ce qu'on assure.

Moyennant substitution à l'organe d'emboutissage d'outils *ad hoc*, l'appareil peut être très facilement rendu propre à l'essai des bandes et des fils métalliques.

Les échantillons de métaux ci-dessous spécifiés, constitués par de la tôle de 0,4 mm. d'épaisseur, modérément recuite

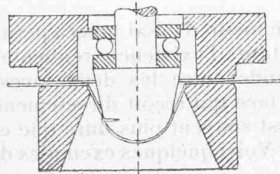


Fig. 7. — Poinçon et matrice de l'appareil Erichsen.

ont fourni les nombres d'Erichsen, profondeur de la dépression en mm., suivants :

Tôle d'acier S. M.	8,0 à 9,5
Tôle commune	7,5
Tôle étamée	6,7 à 7,5
Tôle de cuivre	10,5
Tôle de laiton d'étampage	13,5
Tôle de nickel pur	11,5
Tôle d'aluminium	8,7
Tôle de zinc	6,5
Tôle d'argent (875-1000)	7,5

A titre d'exemple d'une application de l'appareil Erichsen et du scléroscope nous mentionnerons les travaux de M. Anderson (*Th. Iron Age*, 11 avril 1918) sur le traitement thermique de l'aluminium. Cet expérimentateur, mesurant la dureté de Shore et la malléabilité d'Erichsen sur des échantillons de tôle d'aluminium réchauffés pendant 2 heures à des températures croissantes, obtint les résultats suivants :

TABLEAU I

Température en °C	Epaisseur de la tôle en mm.	Indentation d'Erichsen en mm.	Dureté au scléroscope	Aspect de la surface de l'embouti
du local	1,08	6,83	14,0	
100	1,08	6,96	13,5	
200	1,09	8,39	10,0	
300	1,07	10,17	4,5	polie
400	1,07	10,10	4,5	mate
500	1,09	9,73	4,0	rugueuse

Les figures<sup>1</sup> 8, 9 et 10, qui traduisent graphiquement ces résultats, manifestent une symétrie intéressante entre l'allure de la courbe de Shore et celle d'Erichsen.

Dans une autre expérience M. Anderson soumettait les tôles à une température constante de 200° pendant des temps variables :

<sup>1</sup> *Journal of the American Society of mechanical engineers*, juin 1918.

TABLEAU II

Durée du réchauffage en minutes	Epaisseur de la tôle en mm.	Indentation Erichsen en mm.	Dureté au scléroscope
5	1,07	6,89	13,8
30	1,07	7,97	11,8
60	1,08	8,40	9,5
90	1,09	8,84	8,0
150	1,09	8,87	8,0

Au point de vue de la métallurgie pratique, il ressort de ces recherches que la tôle d'aluminium expérimentée atteint son maximum de souplesse par un réchauffage de 2 heures à 300° (voir tableau I) et qu'un réchauffage même prolongé à 200° est impuissant à conférer au métal cette souplesse maximum (voir tableau II). Enfin le graphique de la figure 10 montre que le résultat visé peut être atteint en 5 minutes seulement, en portant le métal à 400°.

**Application de la méthode de Brinell à l'essai des matériaux de construction.**

Pour clore ce bref aperçu, nous citerons une heureuse application effectuée par MM. *Le Chatelier* et *Bogitch* de la bille de Brinell à l'épreuve des matériaux de construction. Ces auteurs ont résumé les résultats de leurs recherches dans une note présentée le 27 mai 1918 à l'*Académie des sciences de Paris*, que nous reproduisons à peu près in extenso<sup>1</sup>.

« L'emploi de la bille Brinell pour l'étude des propriétés mécaniques des métaux est devenu aujourd'hui d'un usage tout à fait général. Les résultats ne sont pas plus précis que ceux de l'essai de traction, mais l'exécution en est infiniment plus rapide et plus économique. Ce mode d'essai semblerait *a priori* devoir être plus avantageux encore pour l'étude des

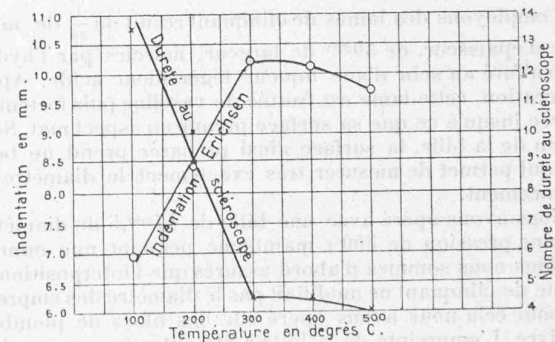


Fig. 8. — Courbes d'indentation et de dureté pour des recuits de deux heures, à température variable.

matériaux de construction, mortiers de ciments, produits céramiques et pour toutes les matières qui se brisent sans déformation préalable, à condition cependant qu'elles soient assez poreuses pour permettre la pénétration de la bille sans rupture complète.

» Actuellement, on essaie ces matériaux à l'écrasement, au moyen de presses hydrauliques puissantes, pouvant exercer, par exemple, une pression d'une cinquantaine de tonnes pour les briques ordinaires. C'est là un premier inconvénient ; ces presses très coûteuses ne peuvent se trouver que dans un petit nombre de laboratoires richement dotés. De plus, la rupture des matériaux, qui se brisent sans déformation permanente préalable, donne des résultats très irréguliers, parce qu'il suffit d'une petite fente amorcée accidentellement en un point pour provoquer la rupture de tout l'échantillon. On

<sup>1</sup> Voir *Comptes rendus*, t. 166, p. 840.