

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

**Artikel:** Application de la méthode de Brinell à l'essai des matériaux de construction  
**Autor:** D.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-34054>

### **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:** 15.10.2024

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

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

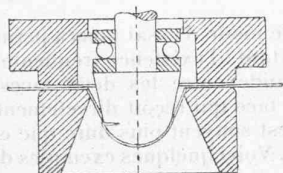


Fig. 7. — Poinçon et matrice de l'appareil Erichsen.

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

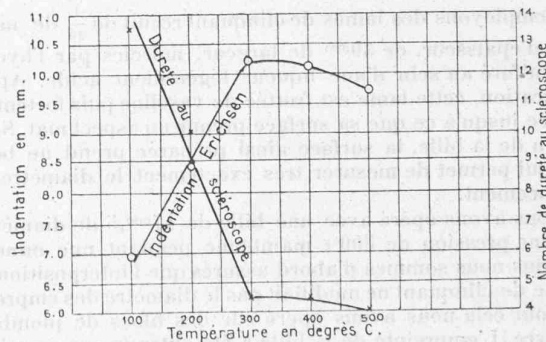


Fig. 8. — Courbes d'indentation et de dureté pour des recuits de deux heures, à température variable.

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.

tâche de remédier à cette cause d'incertitude en multipliant les essais, de façon à ne retenir que les chiffres moyens. Pour les briques, par exemple, on va jusqu'à écraser 16 briques de chaque lot. Des écarts de résistance du simple au double sont tout à fait ordinaires. L'essai à la bille, totalisant

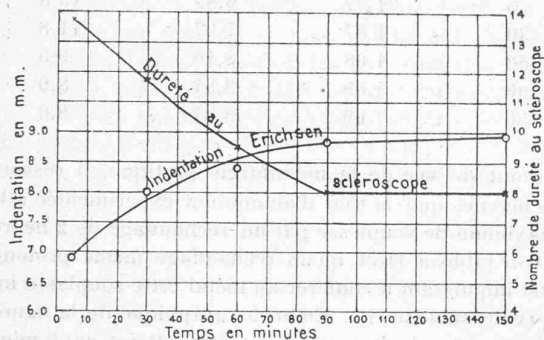


Fig. 9. — Courbes d'indentation et de dureté pour des recuits à température constante de 200° et de durée variable.

une infinité de petites ruptures partielles voisines, semble devoir donner des résultats plus concordants.

» Sur le conseil de l'un de nous, M. Laborbe avait essayé d'appliquer cette méthode de la bille à l'étude des mortiers de ciment. Cette tentative n'aboutit pas, le contour des empreintes produites dans une masse aussi hétérogène qu'un mortier, était trop irrégulier pour se prêter à des mesures exactes.

» Au cours de nos recherches sur les briques de silice, nous avons repris l'étude du même problème et pensons être arrivés à lever la difficulté qui s'était opposée jusqu'ici à l'emploi de la bille pour la mesure de la dureté des corps non malléables et poreux. Nous avons rendu possible la mesure précise du diamètre de l'empreinte en interposant entre la bille et la surface pressée une mince lame de clinquant qui se moule sur l'empreinte tout en gardant un contour très net.

Nous employons des lames de clinquant recuit de  $\frac{1}{20}$  de millimètre d'épaisseur, de 30mm de largeur, noircies par l'hydrogène sulfuré au sein d'une liqueur légèrement acide. Après dessiccation, cette lame est frottée de vaseline puis fortement essuyée jusqu'à ce que sa surface prenne un aspect mat. Sous l'action de la bille, la surface ainsi préparée prend un beau poli, qui permet de mesurer très exactement le diamètre de l'enfoncement.

» Nous avons opéré avec une bille de 17mm,5 de diamètre, sous une pression de 500<sup>kg</sup> maintenue pendant une minute.

» Nous nous sommes d'abord assurés que l'interposition de la lame de clinquant ne modifiait pas le diamètre des empreintes ; pour cela nous avons opéré sur des blocs de plomb et de cuivre. L'empreinte de la bille a été obtenue une première fois directement sur le métal, puis une seconde fois avec l'interposition de la lame de clinquant, le diamètre étant alors mesuré sur le clinquant lui-même. Voici les chiffres trouvés pour le diamètre des empreintes :

	Cuivre.	Plomb.
Empreinte directe.....	4,5	10,1
Lame de clinquant.....	4,5	10,1

» Pour juger du degré de concordance des mesures, nous avons fait des séries d'empreinte aux différents points de la surface d'un même échantillon :

Brique réfractaire argileuse	6,0	6,1	6,0	6,1	6,2
Brique de silice dure.....	5,1	5,0	5,1	5,0	5,0
Brique de silice tendre....	10,4	10,7	10,6	10,6	
Plâtre.....	10,3	10,3			
Calcaire grossier.....	5,8	5,8			
Mortier de ciment.....	7,0	7,1			

» En tenant compte du fait établi par Brinell que la dureté varie sensiblement en raison inverse du carré des diamètres d'empreinte, on voit que les écarts avec la dureté moyenne sont :

	Pour 100.	
Brique d'argile.....	3,3	
Silice dure.....	2,0	
Silice tendre.....	3,0	
Mortier de ciment.....	1,5	

» Ce sont là des écarts infiniment faibles par rapport à ceux que donnent les mesures d'écrasement. Voici les résistances à l'écrasement, en kilogrammes par centimètre carré, de petits cubes de 2<sup>cm</sup> de côté découpés dans les briques de silice ci-dessus :

Brique dure.....	188	240	260
Brique tendre.....	108	132	182

» Les écarts sont dix fois plus grands qu'avec l'essai à la bille.

» L'emploi de ce mode d'essai nous a permis de reconnaître un fait très important : l'existence fréquente d'une différence de dureté très grande entre les deux faces opposées d'une même brique. La face qui reçoit directement la pression pendant le moulage est souvent plus dure que celle qui se trouve au fond du moule. Voici quelques exemples de ces différences :

Face dure.....	4,5	5,2	8,3	6,3	8,8
Face tendre.....	8,4	6,8	10,4	8,3	12,0

» On peut facilement suivre, sur les faces latérales des briques, leur variation progressive de dureté depuis le fond du moule jusqu'à la surface :

Face dure.	Face latérale.					Face tendre.
4,5	5,6	6,5	6,7	7,5		8,4

» On évite cet inconvénient en donnant au moule une certaine dépouille, c'est-à-dire une largeur plus grande vers le fond que du côté du piston compresseur. Voici les résultats obtenus sur trois briques d'un même lot fabriquées dans un moule présentant une dépouille de 3mm sur une épaisseur de 80mm :

	Côté piston.	Côté fond du moule.
Première brique.....	5,4	5,3
Deuxième brique.....	5,6	5,6
Troisième brique.....	5,9	6,3

» Les différences, dans tous les cas très faibles, sont de signe contraire d'une brique à l'autre ; elles tiennent donc à des circonstances accidentelles.

» Ces mêmes expériences donnent une idée des écarts de dureté que peuvent présenter des briques d'une même fabrication et censées identiques. Ces différences peuvent tenir à un inégal remplissage du moule ou à des irrégularités de cuisson. La première cause semble plutôt être en jeu dans le

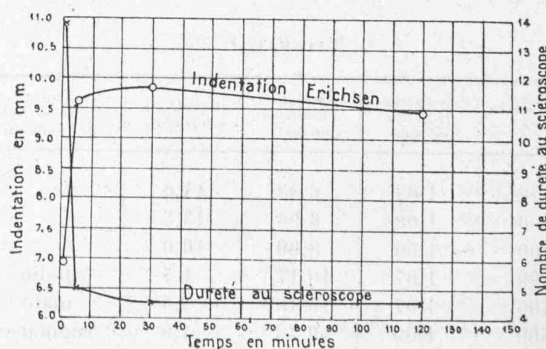


Fig. 10. — Courbes d'indentation et de dureté pour des réchauffages à température constante (400°) et de durée variable.

cas présent, si l'on en juge par les densités apparentes 1,87-1,83-1,81 qui décroissent dans le même sens que la dureté.

» Ces essais à la bille ont le grand avantage de pouvoir être exécutés avec des appareils portatifs et peu coûteux que toutes les usines peuvent se procurer. Ils permettent un contrôle direct de la fabrication, impossible jusqu'ici ».