

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](https://cnum.cnam.fr))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment possible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Auteur(s)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	Bulletin du Laboratoire d'essais mécaniques, physiques, chimiques et de machines du Conservatoire National des Arts et Métiers
Adresse	Paris : Librairie Polytechnique Ch. Béranger, éditeur, 1903-1931
Nombre de volumes	23
Cote	CNAM-BIB P 1329-A
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Notice complète	https://www.sudoc.fr/039047083
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-A
LISTE DES VOLUMES	
	N° 1 - Tome I (1903-1904)
	N° 2 - Tome I (1903-1904)
	N° 3 - Tome I (1903-1904)
	N° 4 - Tome I (1903-1904)
	N° 5 - Tome I (1903-1904)
	N° 6 - Tome I (1905-1906)
	N° 7 - Tome I (1905-1906)
	N° 8 (1906)
	N° 9 (1906)
	N° 10 (1907)
	N° 11 (1907)
	N° 12 (1907)
	N°13 (1908)
	N°14 (1908)
	N°15 (1908)
	N°16 (1911)
	N°17 (1917)
	N°18 (1919)
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	N°19 (1919)
	N° 20 (1922)
	N° 21 (1924)
	N°22 (1927)
	N°23 (1931)

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	Bulletin du Laboratoire d'essais mécaniques, physiques, chimiques et de machines du Conservatoire National des Arts et Métiers
Volume	N°19 (1919)
Adresse	Paris ; Liège : Librairie Polytechnique Ch. Béranger, éditeur 1919
Collation	1 vol. (21 p.) : photogr., graph. ; 24 cm
Nombre de vues	28
Cote	CNAM-BIB P 1329-A (19)
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/04/2025
Date de génération du PDF	10/04/2025
Notice complète	https://www.sudoc.fr/039047083
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-A.19

P1329-A

8°Ku lot (114)

BULLETIN
DU
LABORATOIRE D'ESSAIS
MÉCANIQUES, PHYSIQUES, CHIMIQUES ET DE MACHINES

DU
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

N° 19

NOTE
SUR UN DISPOSITIF DYNAMOMÉTRIQUE
fondé sur les déformations élastiques

NOTE
SUR LA FRAGILITÉ DES TÔLES D'ACIER DOUX
provoquée par le meulage transversal des champs

PAR

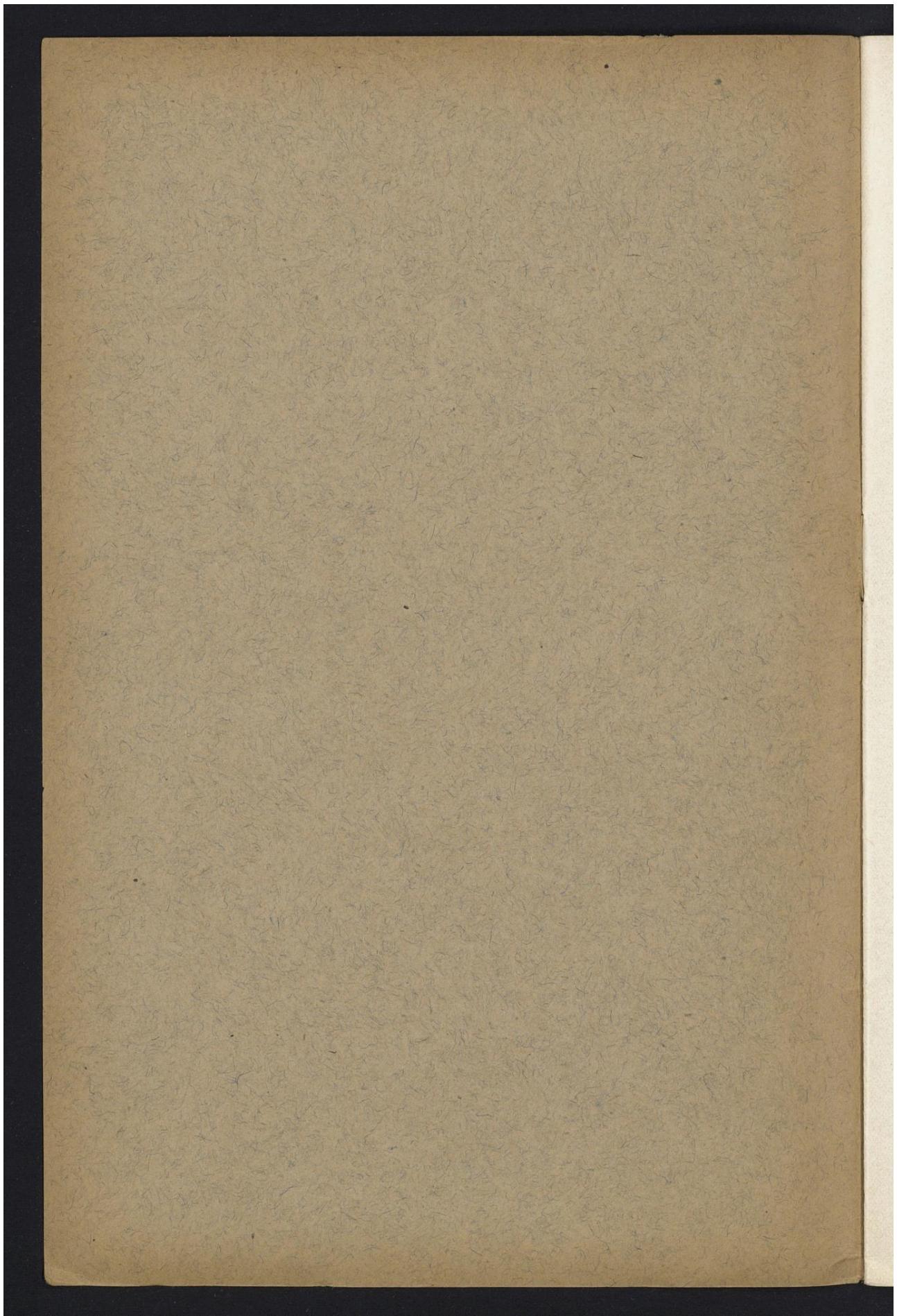
M. SABATIÉ

Chef du Service des Essais de Métaux

PARIS & LIÉGE
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
LIÉGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1919

Tous droits réservés



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

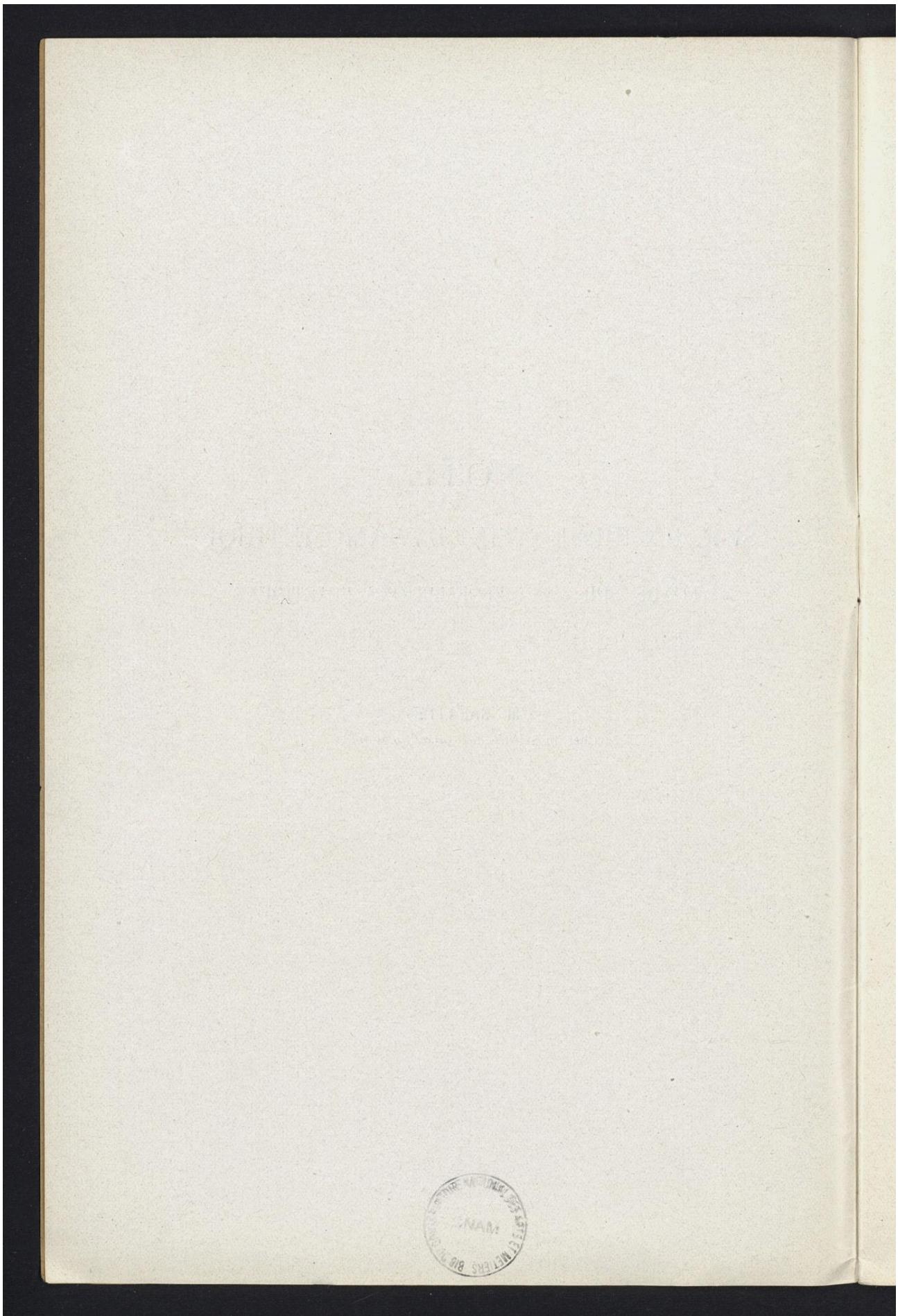
8° Ku 107 (114)

NOTE
SUR UN DISPOSITIF DYNAMOMÉTRIQUE
FONDÉ SUR LES DÉFORMATIONS ÉLASTIQUES

PAR

M. SABATIE

Chef du Service des Essais de Métaux



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

Institut National de la Recherche Scientifique
Section de Mécanique et d'Hydraulique

NOTE SUR UN DISPOSITIF DYNAMOMÉTRIQUE FONDÉ SUR LES DÉFORMATIONS ÉLASTIQUES

PAR

M. SABATIE

Chef du Service des Essais de Métaux

Le dispositif décrit ci-dessous et dont plusieurs spécimens ont été réalisés au Laboratoire, est un perfectionnement du dynamomètre imaginé par M. Espeut, ouvrier au Laboratoire central de la Marine, présenté par M. l'Ingénieur général de la Marine Jacob à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale et ayant fait l'objet d'un rapport en date du 14 juin 1912 de M. Sauvage à cette Société.

L'appareil Espeut consiste en un anneau d'acier sur lequel l'effort à mesurer est appliqué aux deux extrémités d'un diamètre. La déformation de l'anneau suivant ce diamètre, déformation proportionnelle à l'effort pendant la période élastique, est mesurée par une broche à vis micrométrique au demi centième de millimètre près.

Ce système de mesure, bien que pouvant donner de bons résultats, présente plusieurs inconvénients.

1^o Il nécessite une manipulation qui risque d'amener la broche de mesure à une température différente de celle de l'anneau, donc d'amener en cours d'essai des variations de longueur indépendantes de la déformation de l'anneau.

2^o Il n'est pas indépendant de l'opérateur. Malgré le montage à friction de la tête de palmer, il n'est pas sûr que les lectures ne dépendent pas du doigté de

Le Laboratoire d'Essais ne prend pas la responsabilité des opinions scientifiques et techniques soutenues par les collaborateurs du *Bulletin*.

l'opérateur, d'autant que les têtes de la broche ont nécessairement un léger jeu latéral dans leurs logements.

3^o Il n'est pas instantané. Si donc la charge à mesurer vient à varier pendant les quelques instants, même très courts, de la manœuvre, l'indication obtenue est erronée. Or, il existe des machines où la réalisation et le maintien d'une charge déterminée et précise est pour ainsi dire impossible : ce sont les machines à pression d'eau ou d'huile présentant des fuites mêmes très légères. Il est absolument indispensable dans ce cas, pour opérer avec certitude, d'employer des appareils à lecture instantanée. La manœuvre d'une vis, qu'il s'agisse d'une vis de palmer ou d'une vis plongeur dans le cas d'appareils fondés sur une variation de volume, prend quelques instants pendant lesquels une variation de charge est toujours à craindre.

Dans les appareils que nous avons réalisés au Laboratoire, ces inconvénients ont été évités en remplaçant la broche à vis par des appareils à cadran, dénommés « Comparateurs » dans le commerce. Ces appareils sont constitués par une tige à crémaillère coulissante terminée par un palpeur qui vient s'appuyer sous l'action d'un léger ressort sur la pièce dont on mesure la déformation. Les déplacements de la tige sont multipliés par un train d'engrenages, commandés par la crémaillère ; la lecture se fait sur un cadran divisé en 1/100 de millimètre. Un dispositif de rattrapage automatique de jeu évite tout temps perdu entre deux courses en sens contraire de la tige. La course de ces appareils est de quelques millimètres ; ils se prêtent donc facilement à la mesure des déformations des anneaux qui sont de l'ordre de deux millimètres pour les dynamomètres décrits ci-dessous.

Ces appareils ont les avantages suivants :

1^o Ils ne nécessitent aucune manipulation une fois montés et suppriment ainsi toute cause d'erreur due à un échauffement intempestif.

2^o Ils donnent une indication indépendante de l'opérateur puisqu'elle est à lecture directe.

3^o Ils n'ont pas d'inertie et leurs indications sont instantanées, c'est-à-dire peuvent être relevées au moment précis où la charge est atteinte sur la machine. Il n'y a donc pas à craindre d'erreur dans le cas de fuite sur une machine à pression.

L'instantanéité est telle que l'on suit facilement à l'œil par le déplacement de l'aiguille les variations de charges, cependant très faibles, qui sont provoquées dans les machines à levier par l'oscillation du fléau d'équilibrage, ou dans les machines à manomètre pendulaire, par les oscillations du pendule.

4^o Enfin, la sensibilité des appareils employés est supérieure à celle des broches à vis. Le cadran des plus petits appareils a 40 millimètres de diamètre, ce qui correspond à des divisions d'environ 1,2 mm. La graduation étant très fine, on peut apprécier le 1/10 de division avec une loupe et en tout cas le 1/5 de division à l'œil nu, soit 2 millièmes de millimètre alors que la broche à vis ne permet pas de dépasser 5 millièmes de millimètre.

C'est ainsi que sur l'anneau de 20 tonnes décrit ci-dessous l'aiguille permet

de déceler l'effort produit par un opérateur de force ordinaire, tirant à la main sur les deux têtes de l'appareil.

Description des dynamomètres construits au Laboratoire d'Essais

Les dynamomètres actuellement réalisés au Laboratoire ont reçu la forme d'anneaux circulaires. Cette forme, obligatoire pour deux d'entre eux, qui sont des appareils de fortune prélevés dans des corps d'obus, a été adoptée pour les deux autres pour des raisons d'usinage.

Dans les deux autres dynamomètres actuellement en cours d'usinage, l'un de 25, l'autre de 50 tonnes, on a adopté la forme d'anneau aplati, l'écartement des

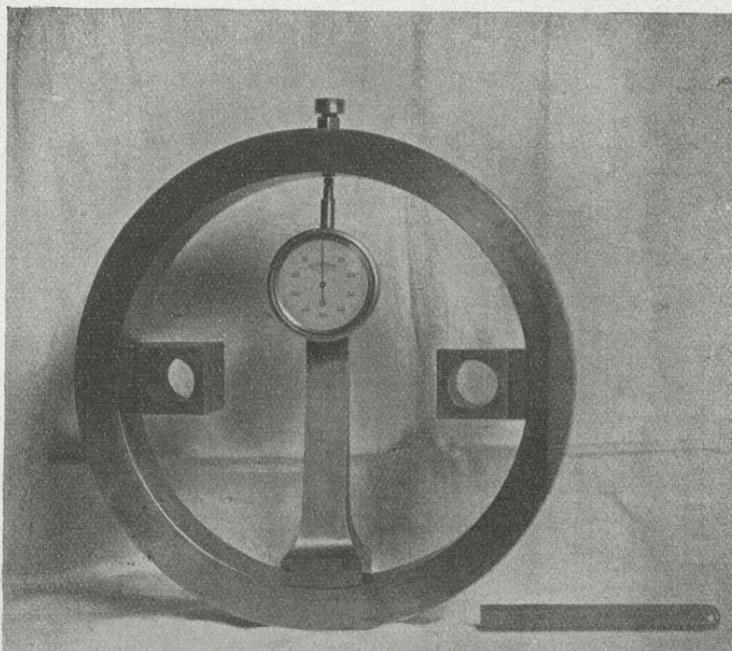


Fig. 1 — Appareil n° 1.

branches étant juste suffisant pour loger l'appareil de mesure. On réalise ainsi pour un métal donné, et à sensibilité égale, le minimum de poids et d'encombrement.

Il y a évidemment intérêt, à employer, pour la construction de ces appareils,

des aciers à très haute limite élastique. Les anneaux en construction seront exécutés en acier auto-tremplant.

Appareil n° 1 (fig. 1). — L'anneau a été prélevé dans une ébauche d'obus de 240 millimètres trempé et revenu. L'effort de traction s'exerce suivant un diamètre sur deux chapes rapportées à l'intérieur de l'anneau. La mesure de la déformation se fait sur le diamètre perpendiculaire. Une butée à vis réglable, qu'on retrouve sur tous les appareils, permet de régler l'appareil indicateur au zéro.

Diamètre extérieur	225 mm.
Epaisseur suivant { l'axe	40 mm.
{ le rayon	20 mm mm.
Poids	5,5 kg.
Force maximum	7 tonnes.
Valeur d'une division	37,5 kg.

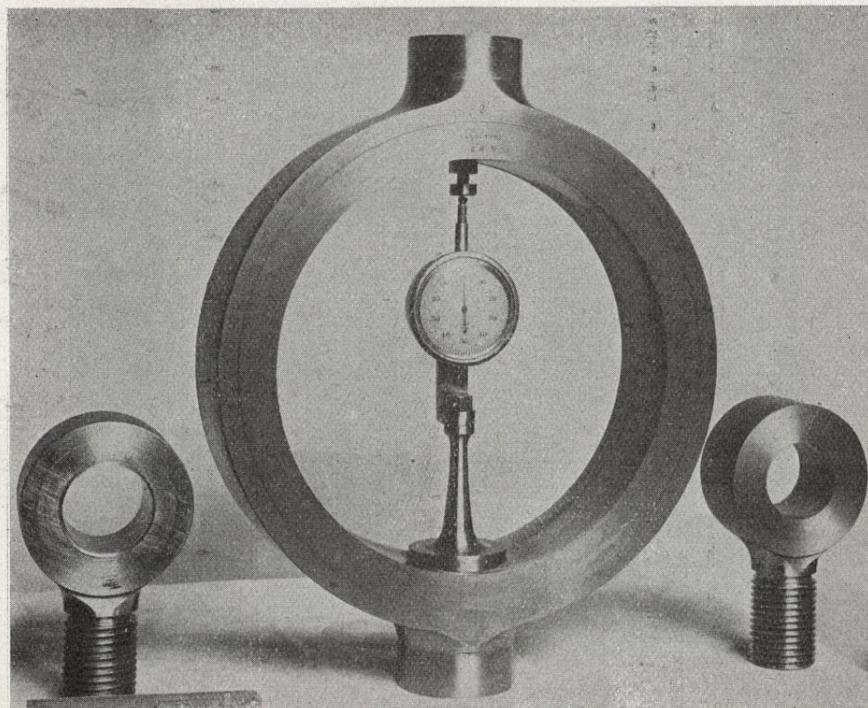


Fig. 2. — Appareils n° 2 et 3.

Appareils n° 2 et 3 (fig. 2). — Ces deux appareils, identiques comme forme générale, sont confectionnés en acier chrome-nickel forgé et traité, ayant une résistance à la traction de 120 kilogs environ.

Les bossages venus de forge aux extrémités d'un diamètre sont filetés intérieurement pour recevoir les pièces d'amarrage, soit à œil, comme celles représentées sur la photo, soit plates pour être saisies dans des mordaches à coins, soit de toute autre forme.

Les faces extrêmes des bossages sont dressées au tour et peuvent servir à exercer sur l'anneau un effort de compression entre les deux plateaux d'une machine de compression.

		Anneau n° 2	Anneau n° 3
Diamètre extérieur	mm.	260	247
{ l'axe	mm.	60	60
Epaisseur suivant { le rayon	mm.	28	23
Poids	kg.	11, 1	9, 1
Force maximum	t.	20	15
Valeur d'une division { traction	kg.	128, 6	94, 1
{ compression	»	124, 2	91, 2

Appareil n° 4 (fig. 3). — Cet appareil a été spécialement construit en vue du tarage des machines à bille pour essai Brinell.

L'anneau a été prélevé dans un corps d'obus de 155 millimètres trempé et

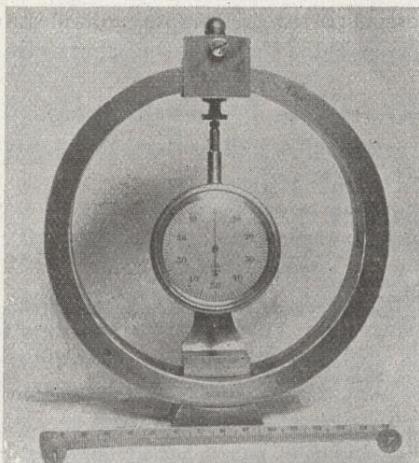


Fig. 3. — Appareil n° 4.

revenu. L'effort de compression s'exerce entre une plaque rapportée à la partie inférieure et un logement pratiqué dans la plaquette supérieure et servant à recevoir la bille de la machine en essai.

NOTE SUR UN DISPOSITIF DYNAMOMÉTRIQUE

Diamètre extérieur	152	mm.
Epaisseur suivant { l'axe.	40	mm.
le rayon.	12	mm.
Poids	2,2	kg.
Force maximum	4,5	t.
Valeur d'une division	23,8	kg.

L'expérience a montré que pour les appareils ci-dessus, les déformations soit en traction, soit en compression, aux erreurs près d'expérience, sont proportionnelles aux charges.

Cette loi est moins rigoureuse pour les faibles charges (environ le 1/10 de la charge maxima de l'appareil). Ceci provient à notre avis des pièces d'amarrages rapportées sur les anneaux et dont les portées, incomplètes pour les faibles charges, créent dans les anneaux des déformations dissymétriques. On observe un phénomène analogue dans la détermination des allongements élastiques d'une éprouvette de traction au moyen de deux extensomètres montés sur deux génératrices opposées de l'éprouvette. Les marches des deux appareils, discordantes au début de l'opération, ne concordent qu'au bout d'une certaine charge.

A partir de cette charge et pour toute charge supérieure, les écarts maximum, différences entre les valeurs extrêmes, soit pour les lectures d'une même charge, soit pour les charges successives, ne dépassent pas 1 o/o. Les écarts moyens sont donc bien inférieurs à cette limite.

Nous donnons ci-dessous, à titre d'exemple, un tableau de tarage en traction de l'appareil n° 2 sur la machine Trayvou du Laboratoire, étalonnée par poids directs.

On remarquera la fixité absolue du zéro vérifié à la loupe sur une graduation très fine, qui demeure constant, non seulement au cours d'un essai, mais encore à plusieurs jours d'intervalle.

La sensibilité des appareils ne subit aucune variation avec le temps. Nous avons pu le vérifier sur l'appareil n° 1, construit en 1916 et dont les constantes n'ont subi à ce jour aucune variation appréciable.

On peut, dépasser légèrement la charge correspondant à la limite élastique de l'appareil sans inconveniant. Le zéro se trouve décalé, mais demeure constant dans sa nouvelle position. Quant à la sensibilité de l'appareil, qui ne dépend que du module d'élasticité du métal, elle demeure absolument constante.

Signalons que dans les appareils 2 et 3, pouvant servir en traction et en compression, la position du zéro n'est pas la même dans les deux sens par suite de la viscosité de la matière. Il est nécessaire, avant de se servir de ces appareils, de leur appliquer dans le sens considéré, d'abord la charge maxima qu'ils peuvent supporter, puis de la supprimer et de régler le zéro à ce moment. Sans cette précaution, on trouverait des résidus pouvant atteindre par exemple quatre divisions pour l'appareil n° 2 pour le cycle complet de + 20.000 à — 20.000 kg.

Anneau dynamomètre de 20 tonnes n° 2

Tarage sur machine Trayvou (traction)

Série 1			Série 2			Série 3			Valeur d'une division M oyenne	
Charges successives	Lectures	Valeur d'une division	Charges successives	Lectures	Valeur d'une division	Charges successives	Lectures	Valeur d'une division		
kg.	divisions	kg.	kg.	divisions	kg.	kg.	divisions	kg.	kg.	kg.
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.930	30,3	129,6	4.020	31,3	129,0	3.890	30,2	128,8	129,4	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6.180	47,8	129,3	5.980	46,4	129,3	5.970	46,3	128,9	129,4	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8.000	61,7	129,6	7.900	61,4	129,3	8.020	62,2	129,0	129,3	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9.960	77,9	128,3	10.000	78,2	128,0	10.000	78,0	128,3	128,2	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.990	93,2	128,6	11.930	92,8	128,4	11.990	93,2	128,5	128,5	128,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14.470	110,3	128,5	13.970	108,6	128,5	14.020	109,1	128,3	128,4	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15.950	124,2	128,5	16.050	125,0	128,3	16.030	125,4	128,2	128,3	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18.000	140,1	128,5	18.000	140,4	128,6	18.020	140,3	128,5	128,5	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.110	156,2	128,7	20.035	155,7	128,6	20.080	156,0	128,6	128,6	
0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	

Application au tarage des machines d'essai

Les appareils ci-dessus se prêtent parfaitement au tarage des machines d'essai de traction ou de compression.

L'appareil étant étalonné une fois pour toutes, soit sur une machine étalon, soit par poids directs, il suffit de le placer sur la machine à vérifier. Pour chacun des points à vérifier, on fait au minimum trois lectures, si l'équilibre de la machine est facile à obtenir et à maintenir, cinq au moins dans le cas contraire. La moyenne des lectures, multipliée par la valeur d'une division, donne la charge réelle correspondant au point considéré.

La fixité du zéro de l'appareil permet d'opérer très rapidement en supprimant entre deux lectures le retour au zéro, indispensable avec les appareils à volume de mercure.

L'exactitude et la sensibilité auxquelles on arrive avec ces appareils sont au moins comparables à celles obtenues par la méthode des barreaux élastiques, préconisée par les Allemands.

Prenons par exemple, pour comparer à l'appareil n° 2, un barreau de 200 mm² de section (16 mm. de diamètre) ayant une limite proportionnelle de 20.000 kgs (100 kg. cm²). Sous cette charge, ce barreau prendra un allongement élastique d'environ 0,5 %, c'est-à-dire de 0,5 mm. pour 100 mm. Cet allongement, mesuré avec des appareils à miroirs donnant une amplification de 600 par exemple, se traduira sur l'échelle par une longueur de $600 \times 0,5 = 300$ mm. La valeur d'une division de l'échelle sera donc de : $\frac{20\ 000}{300} = 67$ kg.

Or il n'est guère possible d'assurer une lecture à moins d'une demi-division près soit 30 kg. en chiffres ronds, nombre tout à fait comparable à celui obtenu avec notre anneau actuel.

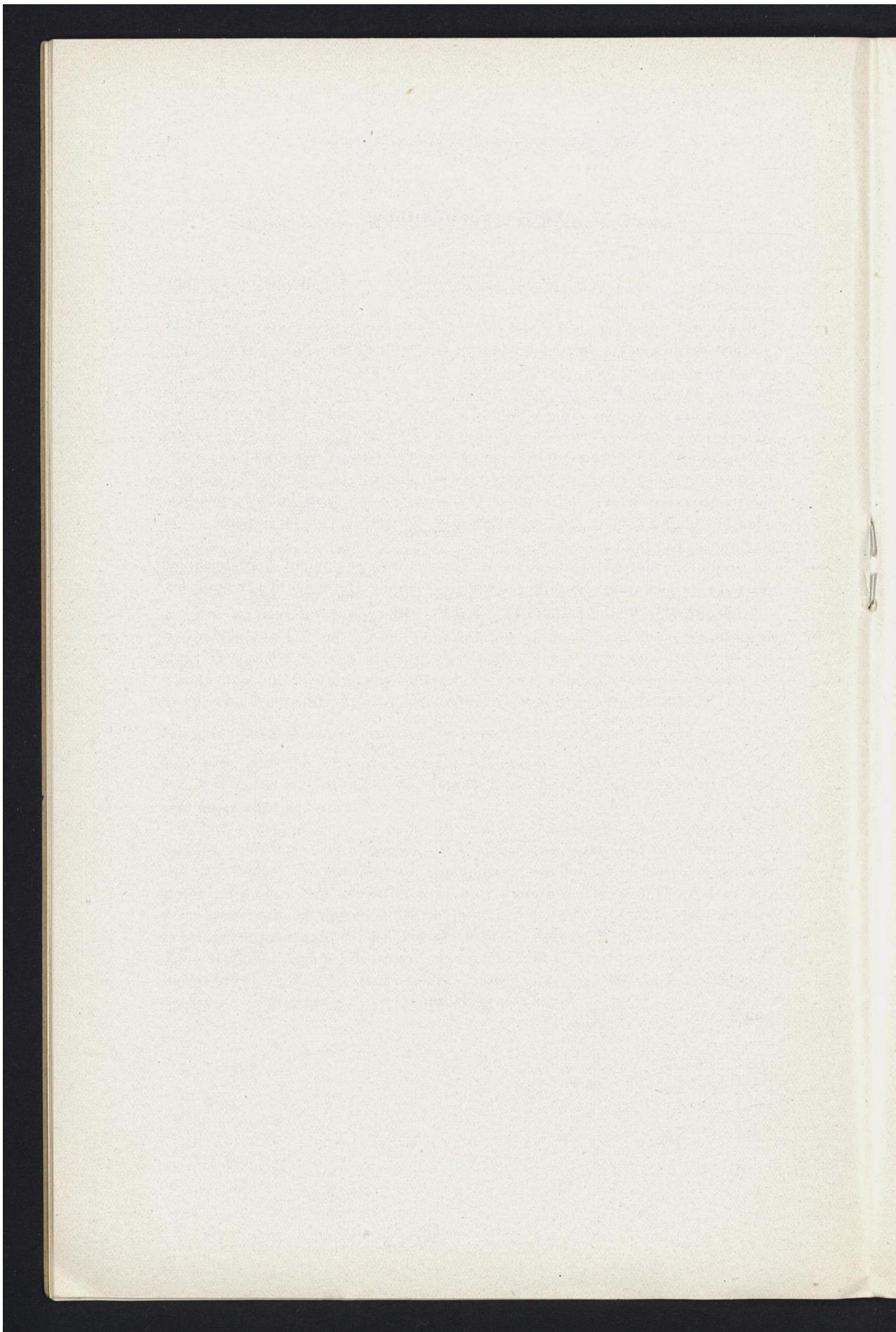
Si l'on considère que les appareils à miroir, les seuls qui permettent de mesurer exactement ces allongements sur barreaux, sont d'un montage excessivement délicat, nécessitant un personnel spécialement entraîné, que leur emploi, s'il peut être envisagé dans un Laboratoire, ne peut l'être dans une usine, au voisinage de machines en mouvement, on voit qu'ils peuvent être avantageusement remplacés par le dispositif ci-dessus, formé d'un bloc rigide et robuste, où l'appareil de mesure, complètement à l'abri, peut supporter sans inconvenients les trépidations et pouvant être montés sur les machines de traction aussi simplement qu'une éprouvette ordinaire.

Autres applications

Ces appareils peuvent d'une façon générale servir de dynamomètres à grande sensibilité et sans inertie.

Montés sur une machine d'essais, ils peuvent servir à mesurer des efforts produits par la machine mais non appréciables faute de sensibilité sur son appareil de mesure. C'est ainsi qu'en adoptant notre dynamomètre de 7.000 kg. à la machine Buckton de 300 t. du Laboratoire, nous avons pu réaliser sur cette machine des essais de compression, de flambage et de flexion de pièces légères mais encombrantes, d'aéroplanes ou de dirigeables, en bois ou en dur-aluminium. L'encombrement de ces pièces, dont certaines dépassaient 10 mètres de longueur, ne permettait de réaliser l'essai que sur la machine Buckton et, d'autre part, les charges de rupture à réaliser étaient trop faibles (quelques centaines de kg.) pour être mesurées avec sensibilité par la bascule de la machine.

L'emploi de notre dynamomètre a permis, non seulement de déterminer exactement les charges de rupture, mais encore de tracer point par point les courbes des déformations des pièces en essai.



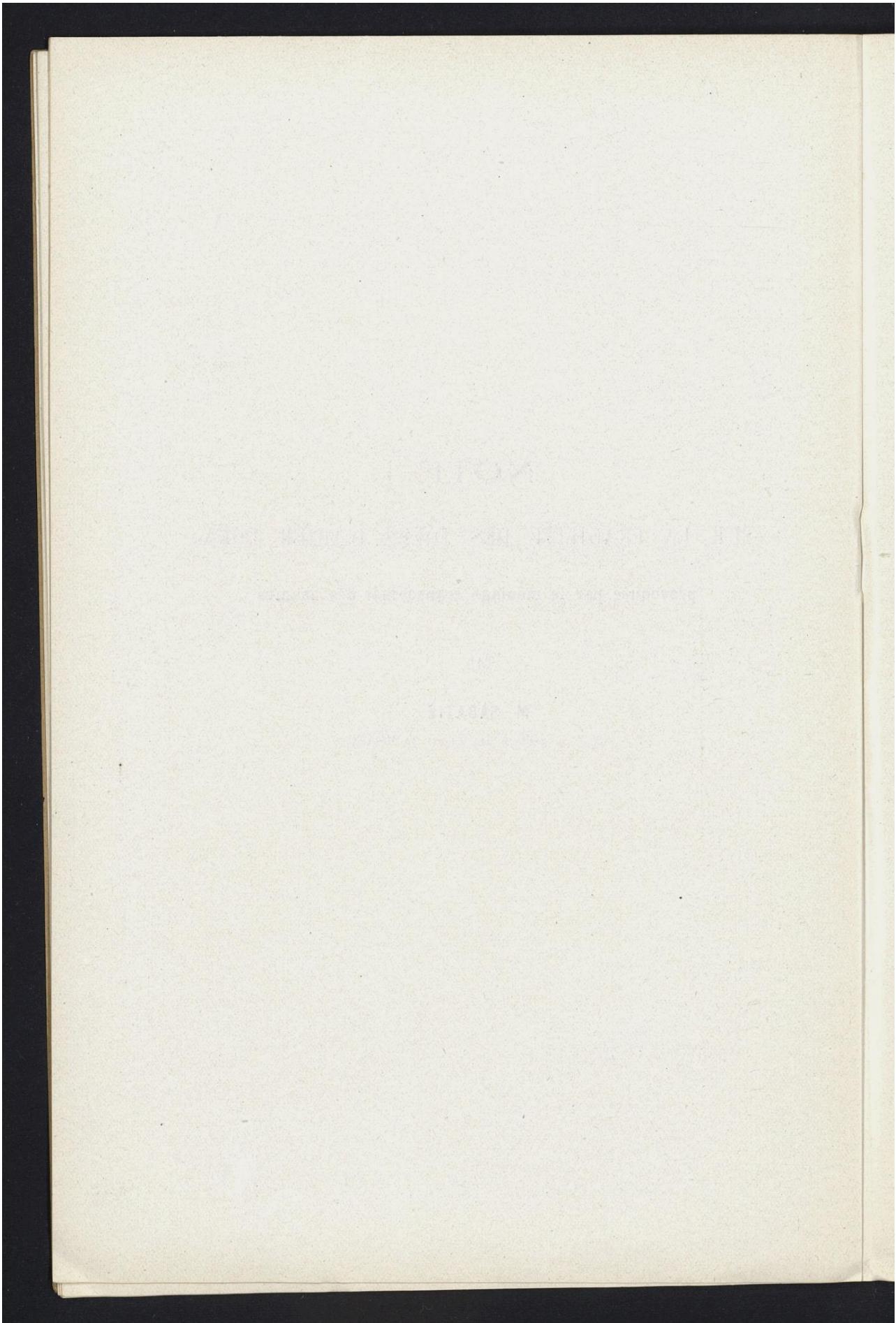
Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

NOTE
SUR LA FRAGILITÉ DES TÔLES D'ACIER DOUX
provoquée par le meulage transversal des champs

PAR

M. SABATIÉ

Chef du Service des Essais de Métaux



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

NOTE

SUR LA FRAGILITÉ DES TÔLES D'ACIER DOUX provoquée par le meulage transversal des champs

PAR

M. SABATIÉ

Chef du Service des Essais de Métaux

On remarque souvent dans les pièces de tôle ou les emboutis entrant dans les constructions métalliques soumises à des chocs tels que : goussets d'assemblages, plaques de garde de voitures de chemin de fer, emboutis de châssis d'automobiles, longerons, etc., des fissures qui se révèlent après un certain temps d'usage et dont l'origine ne peut être rattachée à aucune cause bien certaine.

Ces fissures, visibles à l'œil nu sur le métal décapé ou non, partent normalement à un bord et pénètrent dans le cœur du métal, plus ou moins profondément, suivant le moment où leur présence a été décelée.

Lorsqu'elles rencontrent un trou de rivet, on est porté à mettre leur origine sur le compte de la fragilité de la tôle due, soit au poinçonnage du trou, soit à une altération du métal à la suite de l'échauffement par le rivet (Expériences de M. Mesnager).

Lorsqu'elles se propagent en pleine matière sans rencontrer de trous de rivets ou d'angles vifs, dont on connaît l'influence dangereuse, on ne peut guère mettre leur origine que sur le compte, soit d'une fatigue excessive du métal par

45



défaut de matière ou par suite d'un choc accidentel, soit d'une mauvaise qualité de celui-ci.

Les causes ci-dessus, soit séparées, soit réunies, peuvent permettre d'expliquer certaines ruptures de pièces.

Ayant eu l'occasion d'examiner certains échantillons de tôle ou d'emboutis de bonne qualité, rompus sans que les causes précédentes puissent être invoquées, mais présentant par contre sur leurs champs des marques de travail à la meule, nous nous sommes demandés si l'action de la meule ne produisait pas une altération superficielle de l'état du métal de nature à augmenter notablement sa fragilité. Nous n'avons envisagé ici que la grosse meule ou le lapidaire à gros grains, employés dans les travaux de chaudronnerie pour le dressage ou l'ébarbage des pièces et dont le mode d'action est particulièrement violent.

But des essais. — Le but des essais a été de mettre en évidence l'influence sur la fragilité du métal, sur son aptitude à la « fissilité », de ce meulage souvent considéré, — à tort — comme ayant une influence négligeable sur la tenue de la pièce qui en est l'objet.

Nature des essais. — Les essais ci-dessous ont été exécutés sur un échantillon de tôle à chaudière de 13 mm. d'épaisseur, ayant les caractéristiques suivantes à la traction :

Limite élastique.	33 kg/mm ² .
Résistance à la rupture.	48 kg/mm ² .
Allongement	25 o/o.

Un des champs de cette tôle a été meulé transversalement sur une grosse meule à ébarber et présentait l'aspect des échantillons 5 N et 5 × N de la photographie (page 17).

Les essais ont consisté en essais de choc dans les conditions détaillées au tableau de résultats, sur des barreaux ayant des dimensions uniformes de 55 × 13 × 7 mm., la côte 13 mm. correspondant à l'épaisseur de la tôle.

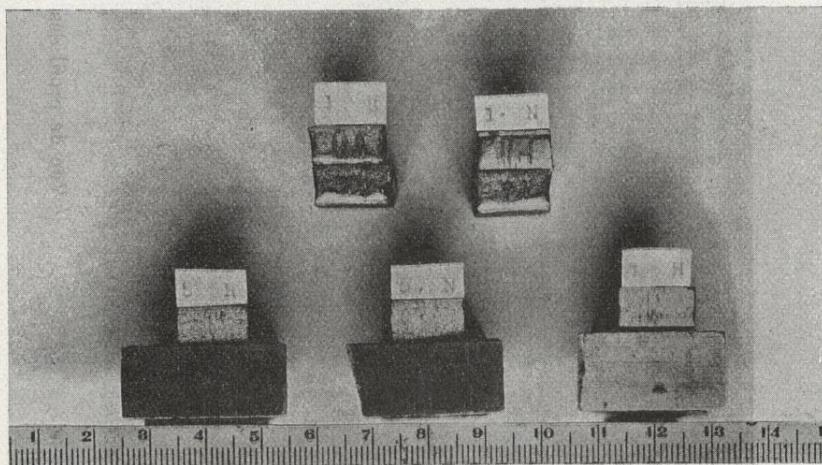
Tous ces barreaux ont été fléchis à plat sur un mouton pendule Charpy de 30 kgm. avec appuis écartés de 40 mm.

La face du barreau soumise à l'extension a été celle sur laquelle on a voulu mettre en évidence la fragilité.

Il a été fait cinq sortes d'essais suivant détail ci-dessous :

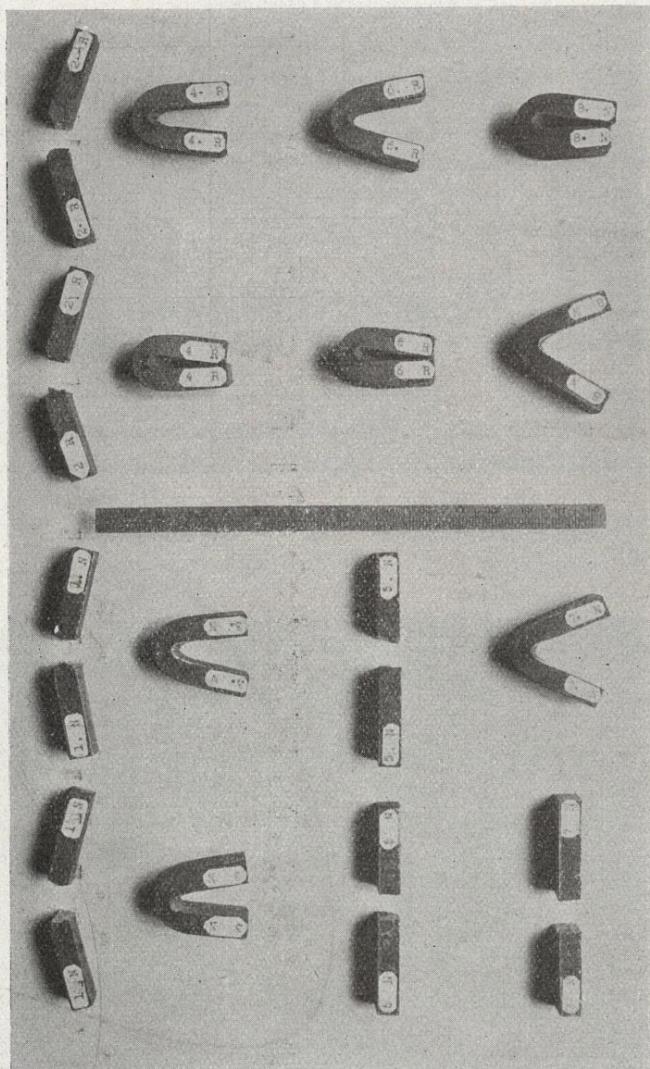
Série	Emplacement dans la tôle	Genre de barreaux	Etat de la surface soumise à l'extension	But de l'essai
a	Cœur	Entaillés	Entaille de 1×1 mm. faite à la scie.	Détermination de la fragilité du métal sur barreau entaillé.
b	Cœur		Lisse, dressée à la lime.	Détermination de la fragilité du métal sur barreau non entaillé.
c	Champ meulé	Non entaillés	Meulée en travers.	Mise en évidence de la fragilité du métal meulé en travers.
d	Champ meulé		Meulée en travers, puis tiré de long à la lime.	Vérification de la disparition de la fragilité par l'enlèvement à la lime des traits de la meule.
e	Cœur		Meulée en long.	Mesure de la fragilité sur métal meulé en long.

Les résultats de ces cinq sortes d'essais sont consignés dans le tableau suivant (page 19).



Vue en bout des cassures de quelques barreaux.

Les essais des séries *a*, *b* et *c* ont été répétés sur métal naturel et recuit. Tous les essais ont été redoublés sur deux échantillons identiques.



Vue de profil des barreaux après l'essai de choc.

Les essais mécaniques précédents ont été complétés par un examen micrographique du métal dans la région atteinte par la meule.

A. — Essais mécaniques. Résultats

Série	Genre des barreaux	Etat de la surface soumise à l'extension	Etat du métal dans la tôle	Observations		
				Métre d'essai	Métre de l'élongation	Angle de rupture (1)
a	Entaillés	Entaille de 4×1 mm faite à la scie	Naturel	1	1	26°
			Recuit	2	2	28°
					0,78	5,4
b	Non entaillés	Lisse, dressée à la lime	Naturel	3	3	23°,0
			Recuit	4	4	22°,4
					0,91	5,4
c	Non entaillés	Meulée en travers	Naturel	5	5	22°,7
			Recuit	6	6	24°,0
					0,91	5,4
d	Non entaillés	Meulée en long	Naturel	7	7	23°,2
			Recuit	8	8	21,4
					0,91	4,4
e	Non entaillés	Cœur	Naturel	7	7	22,7
			Recuit	8	8	NR

(1) Voir photographies ci-contre.

(1) { Voir photographies ci-contre. Après le passage au mouton, le pliage de tous les barreaux NR a été continué à la presse.

Le manchon en long n'introduit pas de fragilité pour le sens considéré de l'effort.

La fragilité sur barreau entaillé est voisine de 6 kgm/cm² et peu améliorée par le recuit.

Le barreau lisse, prélevé dans le cœur du métal demanda environ 23 kgm/cm² pour être plié sans rupture, à l'état naturel ou recuit.

Le métal meulé sur champ présente une fragilité excessive.

Cette fragilité disparaît complètement avec le recuit. Les chiffres ci-contre correspondent sensiblement à ceux du barreau lisse pris dans le cœur (essai b).

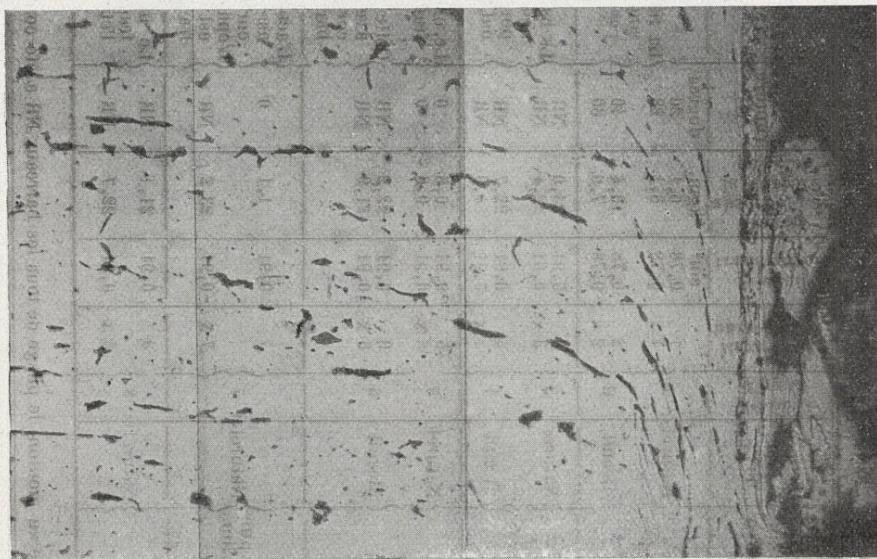
L'action de la lime ne s'est pas fait sentir assez profondément : la fragilité reste encore excessive.

L'épaisseur de métal enlevé par la lime est suffisante ; on retrouve le métal non fragile du cœur.

B. Examen micrographique

Il a été effectué sur une éprouvette meulée sur champ, suivant une section droite perpendiculaire au champ de la tôle.

La photographie ci-dessous, faite au grossissement de 180 diamètres après attaque à l'acide pierrique, montre la déformation du métal due à l'action de la meule. Le métal est entraîné dans le sens du mouvement d'une façon analogue à ce qui se passe dans le poinçonnage.



L'épaisseur de la couche déformée au point examiné est de 0,3 mm. environ à partir de la surface du métal. Sur 0,1 mm. environ à partir de la surface, la déformation du métal est particulièrement notable. Les lignes d'étirage de la tôle parallèles primitivement aux faces de celle-ci, y ont subi un changement de direction qui atteint 90° à la surface touchée par la meule.

Conclusions (1)

Les essais ci-dessus permettent de conclure, au moins dans le cas du métal considéré, ayant une résilience voisine de 6 kgm/cm^2 sur barreau entaillé (1) et de 23 kgm/cm^2 sur barreau lisse (3), chiffres qui ne sont pas sensiblement modifiés par le recuit (2) et (4) :

1^o que le meulage transversal des champs de la tôle, tel qu'il est pratiqué à la grosse meule ou au lapidaire, dans les travaux de chaudronnerie, communique au métal une fragilité excessive (5) ;

2^o que cette fragilité, provoquée par le meulage transversal, peut disparaître :

a) par un recuit de la pièce meulée, laissant même subsister les stries de la meule (6) ;

b) par un dressage à la lime dans le sens de la longueur de la tôle, jusqu'à obtenir la disparition complète des stries (7 \times). Mais ce dressage, pour être efficace, demande à être fait très complètement et à 0,5 mm. de profondeur au moins, sous peine de laisser subsister des traces de métal encore altérée par la meule et susceptible de provoquer des amorces de rupture (7) ;

3^o que le meulage en long ne communique au métal, et pour des efforts dirigés dans le même sens que précédemment, aucune fragilité particulière (8). De telle sorte qu'un meulage en long, convenablement exécuté, venant à la suite d'un meulage en travers, pourrait faire disparaître, comme la lime, l'effet nuisible de celle-ci.

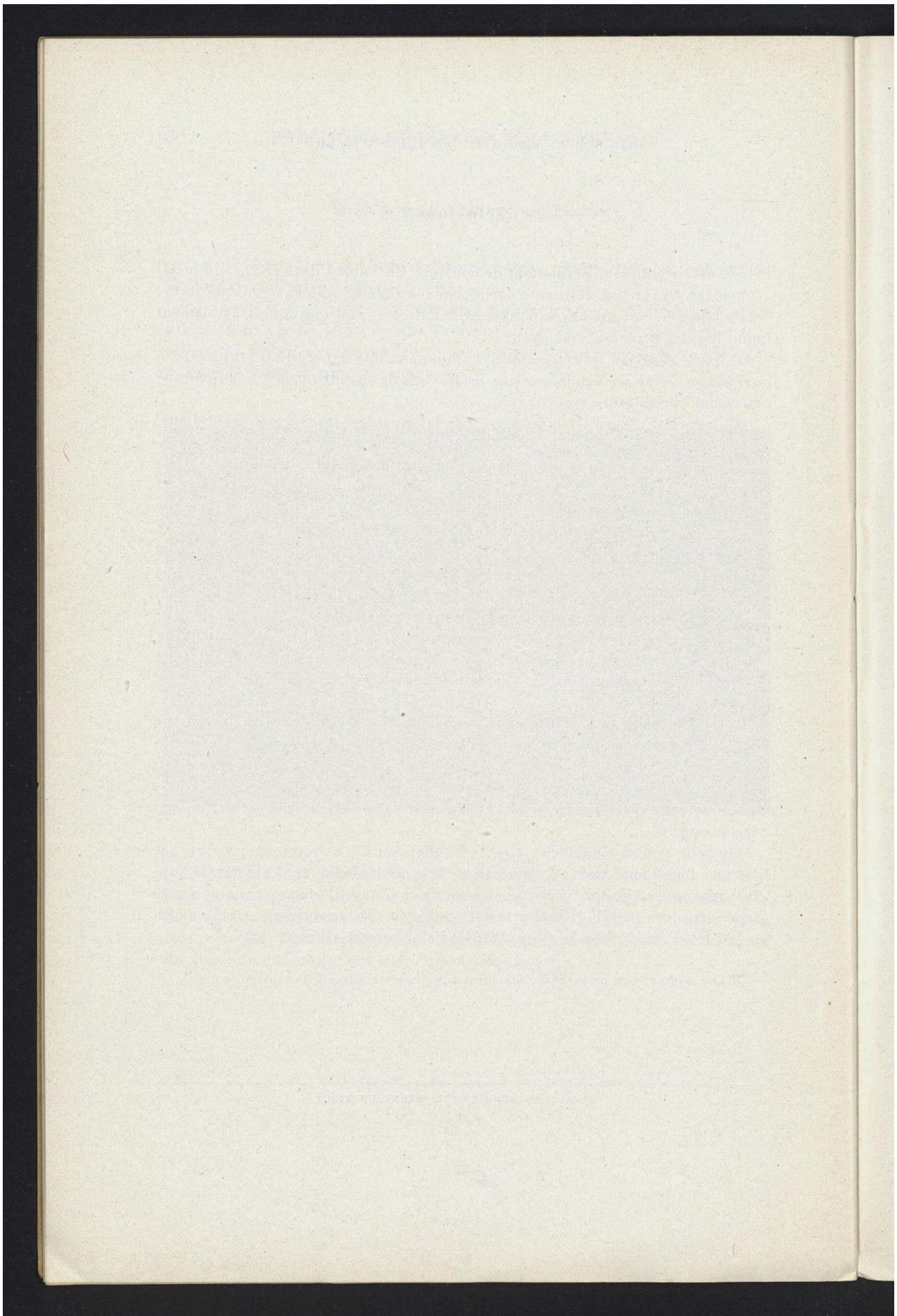
La grande fragilité provoquée par le meulage en travers paraît pouvoir être attribuée à la formation dans la couche écrouie de sillons très aigus par les arêtes de l'abrasif.

La présence seule des sillons ne paraît pas suffisante à provoquer la fragilité, si cette présence ne se manifeste que dans le métal ayant perdu son écrouissage (6).

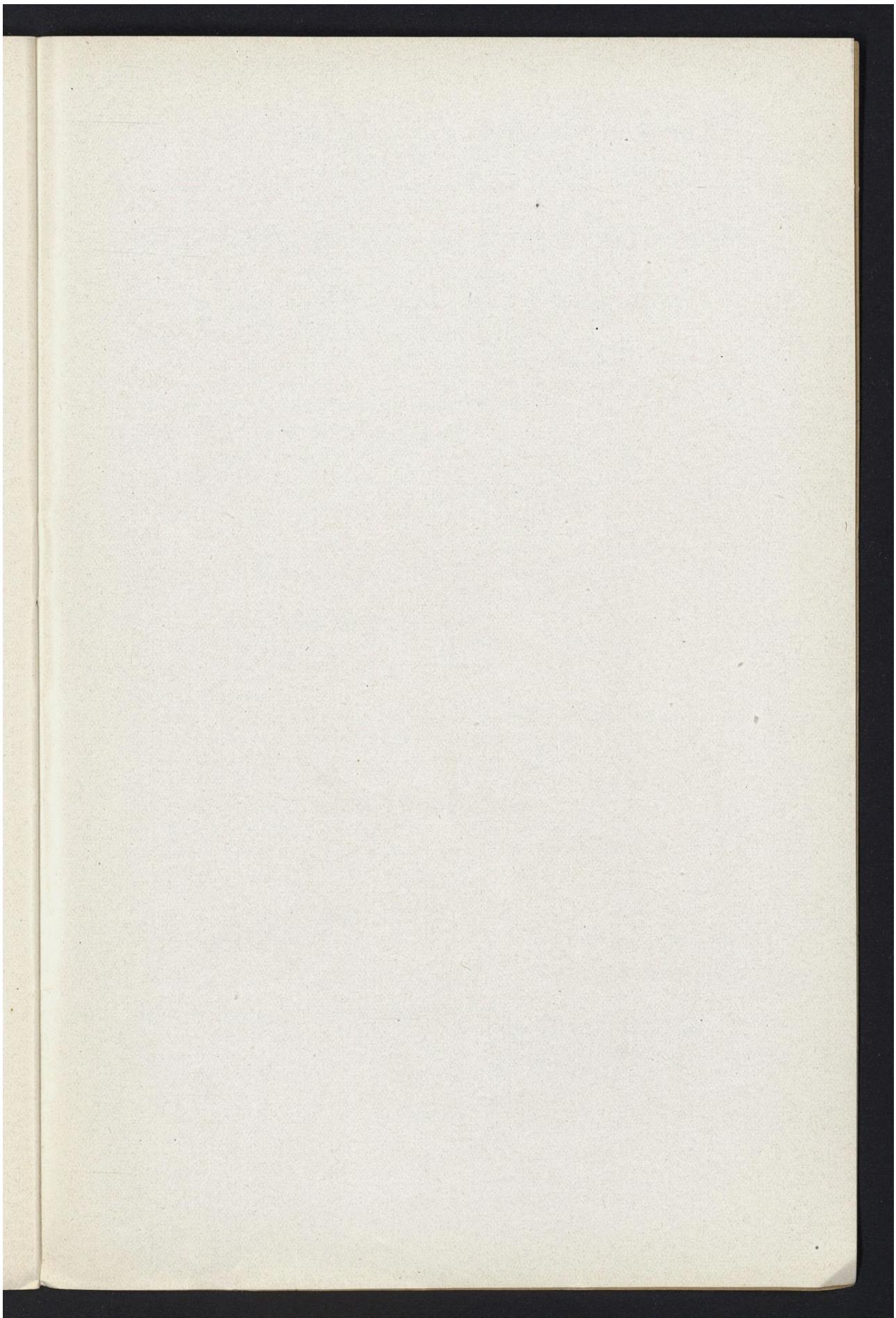
On peut penser également que l'échauffement dû à la meule produit une trempe locale susceptible, comme dans le procédé Bellanger (Amorce de rupture provoquée sur une barre par un trait de chalumeau), de provoquer des ruptures brusques par choc. Mais cet effet semble très faible et la micrographie n'en a pas révélé trace dans la tôle ayant fait l'objet de cet examen.

(1) Les chiffres entre parenthèses renvoient aux numéros d'essais du tableau (page 19).

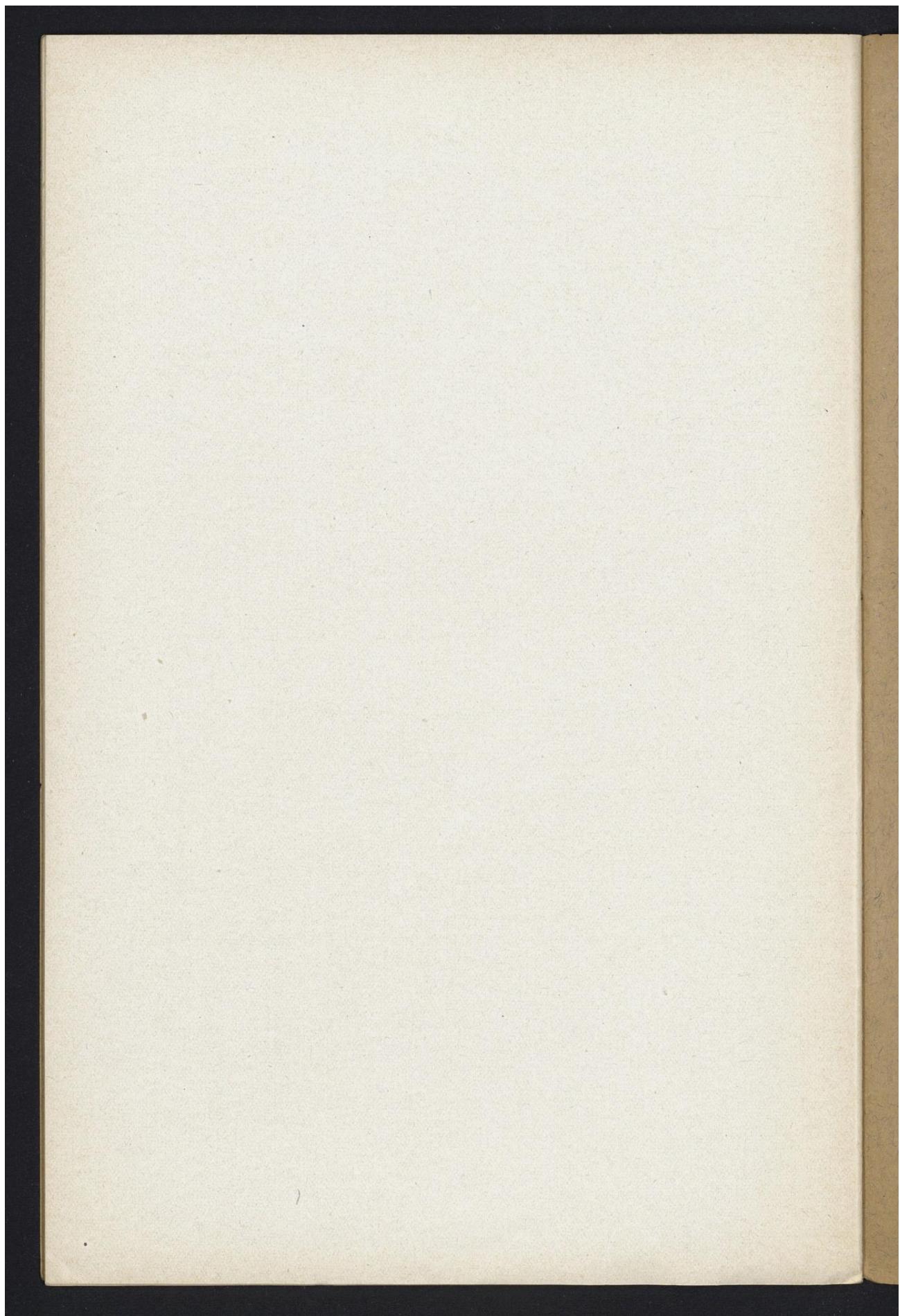




Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

Librairie Polytechnique Ch. BÉRANGER, Éditeur
Successeur de BAUDRY & C^{ie}
PARIS, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15. — LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

BULLETIN DU LABORATOIRE D'ESSAIS

MÉCANIQUES, PHYSIQUES, CHIMIQUES ET DE MACHINES

DU

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

Le Bulletin ne sera pas périodique, il paraîtra par fascicules détachés

Organisation et outillage du laboratoire d'essais.

N° 1. Le laboratoire d'essais mécaniques, physiques, chimiques et de machines du Conservatoire National des Arts et Métiers, son organisation, son outillage, par A. PÉROT, directeur du Laboratoire. 1 brochure in-8^o 1 fr. 50

Rapport du Congrès de Berlin, juin 1903.

N° 2. Extrait du rapport de mission donnée au chef de la section des matériaux de construction au Congrès de chimie de Berlin (juin 1903). — I. Laboratoires d'essais. — II. Fabrication du ciment par fours rotatifs. Description de deux usines. — III. Filtre Beeth. — IV. Essais de ciment de fours rotatifs. — V. Sur un procédé simple et rapide permettant de différencier une chaux grasse d'une chaux hydraulique, par E. LEDUC, chef de la section des matériaux de construction au laboratoire d'essais. Une brochure in-8^o, contenant des figures dans le texte et 4 planches hors texte 4 fr.

Action de l'eau de mer sur les mortiers.

N° 3. Action de l'eau de mer sur les mortiers, par E. LEDUC, chef de la section des matériaux de construction. Une brochure in-8^o 1 fr. 50

Métaux ferreux.

N° 4. Contribution à l'étude des relations qui existent entre les effets des sollicitations lentes et ceux des sollicitations vives dans le cas des métaux ferreux (barreaux lisses et barreaux entaillés), par P. BREUIL, chef de la section des métaux du laboratoire d'essais. 1 brochure in-8^o 12 fr.

Nouveau système de longueurs d'ondes étalons.

N° 5. Rapport sur la nécessité d'établir un nouveau système de longueur d'ondes étalons, présenté au nom de la Société française de Physique au Congrès international de physique de l'Exposition de Saint-Louis, par A. PÉROT et FABRY. 1 brochure in-8^o 0 fr. 75

Essais des huiles de pétrole.

N° 6. Essais mécaniques des huiles de pétrole ou autres, effectués au laboratoire d'essais du Conservatoire National des Arts et Métiers de Paris, par P. BREUIL. Une brochure in-8^o avec figures et tableaux d'essais 2 fr.

Perte de chaleur des enveloppes calorifuges.

N° 7. Manière de mesurer les pertes de chaleur des enveloppes calorifuges. Quelques résultats d'essais faits au Laboratoire par BOYER-GUILLON, chef de la section des machines et MM. AUCLAIR et LAEDLEIN, assistants. Une brochure in-8^o avec deux planches 2 fr

Essais de compteurs d'eau.

N° 8. Essais de compteurs d'eau, par A. PEROT, directeur du Laboratoire d'essais et H. MICHEL-LEVY, assistant 4 fr.

Valeurs comparatives des trois étalons lumineux.

N° 9. Rapport sur les valeurs comparatives des trois étalons à flammes : Carcel, Hefner, Vernon-Harcourt, par A. PEROT, directeur du Laboratoire d'essais et P. JANET, directeur du Laboratoire central d'Electricité. 0 fr. 75

Sur la constitution intime des calcaires.

N° 10. Sur la constitution intime des calcaires, par E. LEDUC, chef de section des matériaux de construction au Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, avec 4 planches et 38 tableaux 20 fr.

Essais sur le plâtre.

N° 11. Essais sur le plâtre, par E. LEDUC, chef de section des matériaux de construction au Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, et Maurice PELLET, ingénieur-agronome 1 fr. 50

Examen critique de quelques méthodes de mesure de la puissance utile des voitures automobiles.

N° 12. Examen critique de quelques méthodes de mesure de la puissance utile des voitures automobiles, par J. AUCLAIR, assistant au Laboratoire d'Essais 1 fr. 50

Essais sur le silico-calcaire.

N° 13. Essais sur le silico-calcaire, par E. LEDUC, chef de la Section des matériaux de construction au Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers et Ch. de la ROCHE, ingénieur civil *en réimpression*

Essais de torsion.

N° 14. Essais de torsion, par Pierre BREUIL, chef de la Section des métaux du Laboratoire d'Essais, avec une planche 4 fr. 75

Jaugeages des gros débits.

N° 15. Jaugeages des gros débits, par MM. BOYER-GUILLON, chef de la Section des machines, AUCLAIR et LAEDLEIN, assistants 5 fr. 25

Essais d'huiles usagées.

N° 16. Essais d'huiles usagées, par MM. P. SABATÉ, chef de la Section des métaux, et PELLET, assistant de la Section de chimie du Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, avec 6 planches 2 fr. 25

Etude sur les essais chimiques des verres.

N° 17. Etude sur les essais chimiques des verres, par Ch. GRIFFITHS, ex-préparateur du Cours de Métallurgie et Travail des Métaux, chef de la Section de Chimie au Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers 4 fr.

Etude sur les essais de dureté des corps et des métaux en particulier au moyen du scléromètre.

N° 18. Etude sur les essais de dureté des corps et des métaux en particulier au moyen du scléromètre, par J. SERVAIS, assistant au Laboratoire d'Essais 4 fr

LAVAL. — IMPRIMERIE L. BARNÉOUD ET C^e.