

# SUR QUELQUES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU FER ÉCROUI ET REVENU

par MM. W. Broniewski et W. Robowski.

(Présenté par M. W. Broniewski à la séance de l'Académie des Sciences Techniques à Varsovie le 16 juin 1937).

L'étude a été faite sur du fer Armco d'origine française de composition suivante:

$C\%$	$Mn\%$	$Si\%$	$P\%$	$S\%$
0,080	traces	0,007	0,024	0,019

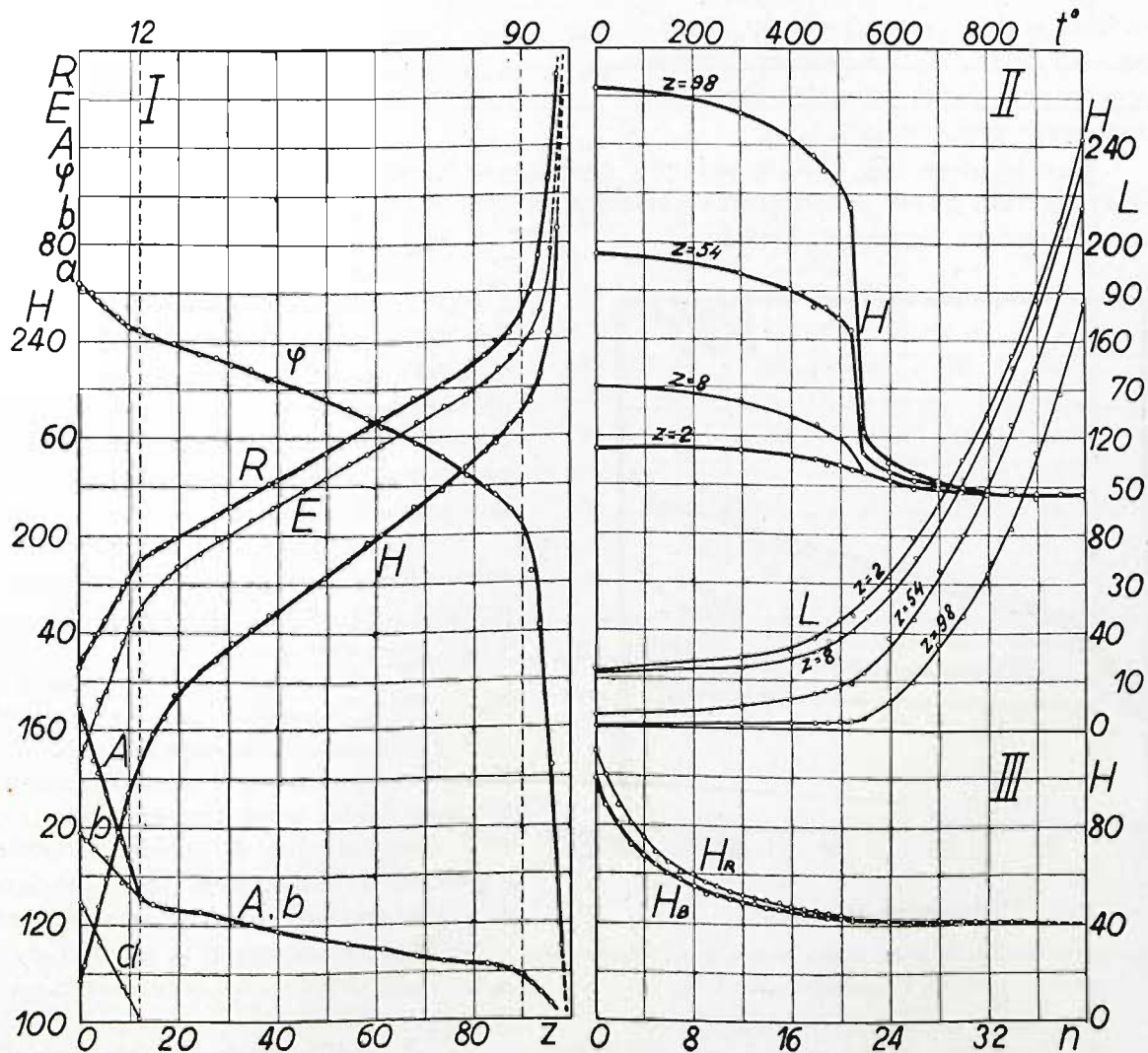


Fig. 1. I.  $Z$  — écouissage;  $R$  — résistance à la traction;  $E$  — limite élastique;  $A$  — allongement total à la traction;  $a$  — allongement proportionnel;  $b$  — allongement par striction;  $H$  — dureté Brinell. II.  $t$  — température de recuit de 1 h. 30 min.;  $L$  — longueur moyenne des cristaux en millièmes de mm. III.  $n$  — nombre de recuits;  $H_B$  — dureté mesurée à la bille de 10 mm sous 500 kg. et  $H_R$  — dureté mesurée au cône de  $120^\circ$  sous 150 kg.

Ce fer avait déjà servi pour une étude de l'écroissage <sup>1)</sup> dont les résultats sont reproduits sur la fig. 1.

Trois phases d'écroissage aux limites de 12% et de 90% ont pu alors être établis, particulièrement sur les indications des courbes de l'allongement à la traction et de la striction.

L'effet du revenu n'a été alors établi que pour la dureté et la grandeur des cristaux, de sorte qu'il nous avait paru intéressant d'étendre cette étude à la résistance à la traction et à la striction. La résilience, en fonction de l'écroissage, a été, de même, mise à l'étude.

La préparation des échantillons et les mesures ont été faites dans des conditions établies au *Laboratoire de Métallurgie à l'École Polytechnique de Varsovie* et décrites en détail bien des fois dans les mémoires précédents <sup>2)</sup>.

Les résultats de l'étude actuelle, concernant le fer écroui jusqu'à 98% et revenu pendant 30 min. à des températures variables de 200° à 800°, sont indiqués au tableau I et reproduits sur les figures 2, 3 et 4.

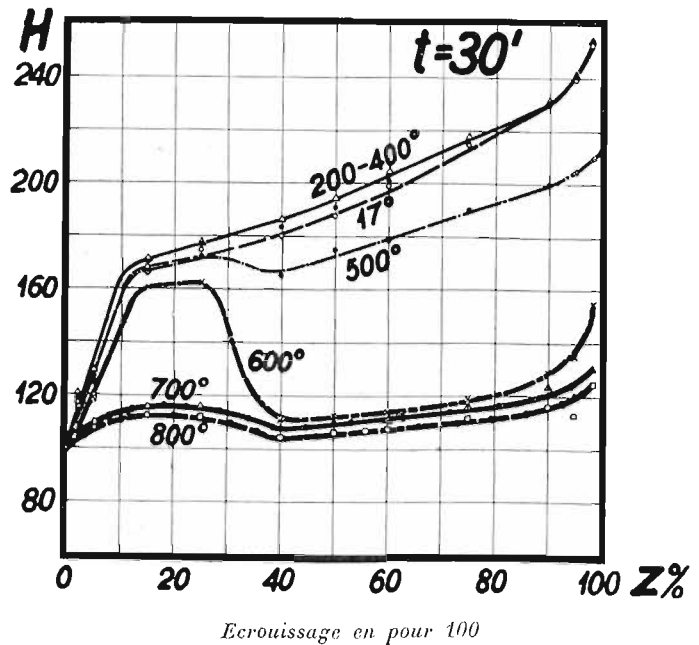


Fig. 2. Dureté Brinell du fer, en fonction de l'écroissage et du revenu, à la température indiquée.

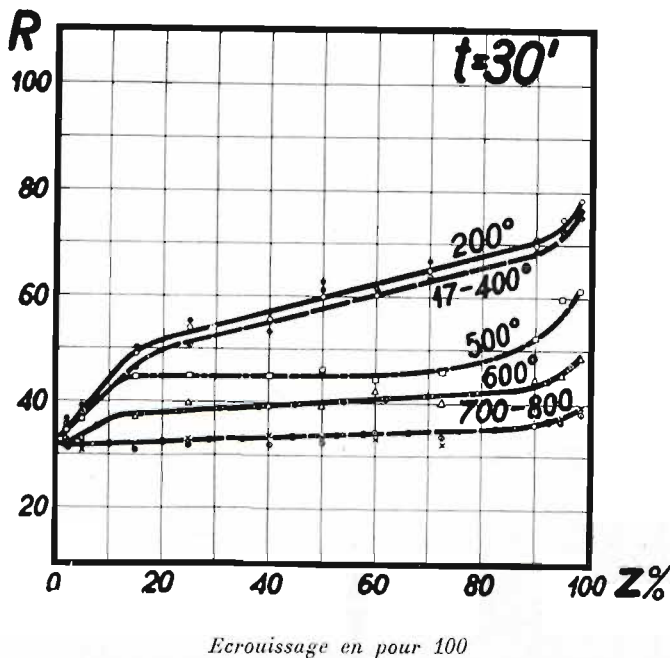


Fig. 3. Résistance à la traction du fer, en fonction de l'écroissage et du revenu, à la température indiquée.

Nous voyons qu'un revenu de 200° à 400° augmente de quelques pour 100 la dureté (fig. 2) du fer écroui à 17°. Un revenu à 500° manifeste un fléchissement de la dureté pour l'écroissage supérieur à 30% et ce fléchissement s'accroît davantage par le revenu à 600°, en ne touchant que faiblement le fer écroui à un degré inférieur.

C'est entre 600 et 700° que les échantillons écrouis au-dessous de 30% perdent leur dureté, de sorte qu'un recuit à 800° ne change pas beaucoup à leur état.

Le diagramme de la résistance à la traction (fig. 3) montre, comme celui de la dureté, une augmentation au revenu à 200°, alors que depuis 400° la résistance à la traction fléchit plus fortement que la dureté. En particulier, le revenu à 600° qui paraissait faiblement affecter la dureté des alliages peu écrouis, abaisse sensiblement la résistance à la traction du fer à tous les degrés de l'écroissage.

<sup>1)</sup> W. Broniewski et J. Krol, Sur l'écroissage du fer, *Comptes Rendus Acad. Sc. Paris* t. 193 (1931) p. 38; *Prace Zakładu Metalurgicznego Politechniki Warsz.* t. III. Wyd. A. N. T., 1933 str. 27.

<sup>2)</sup> Broniewski et Szrojt, *Ann. Acad. Sc. Techn.* t. I (1935) p. 70.  
Broniewski et Ziębiński, *Ann. Acad. Sc. Techn.* t. II p. 199.  
Broniewski et Pilko, *Ann. Acad. Sc. Techn.* t. III (1936) p. 231.

T A B L E A U I.

Dureté  $H$ , résistance à la traction  $R$  et striction  $\varphi\%$  du fer écroui à  $Z\%$  et revenu pendant 30 minutes à la température  $T^\circ$ .

Ecrouis- sage $Z\%$	$T^\circ$ Tem- pérature	2	5	15	25	40	50	60	75	90	95	98	
		17	115	120	168	175	180	190	200	210	230	240	
200	120	125	171	178	185	195	205	215	230	235	251		
400	120	126	170	178	185	196	199	220	250	230	251		
500	117	129	166	172	165	175	178	190	205	185	190		
600	115	115	160	162	109	115	110	120	155	125	155		
700	105	112	116	115	105	110	107	115	120	115	150		
800	107	108	112	112	100	105	105	110	115	110	120		

17	34	37	49	54	56	60	60	65	70	75	78	R, résistance à la traction
200	36	38	50	56	57	60	62	66	70	73	76	
400	35	38	47	51	54	62	60	64	70	72	75	
500	34	37	44	45	45	46	44	46	53	60	62	
600	32	33	37	40	39	38	42	40	45	46	48	
700	31	32	32	32	34	32	33	31	37	37	39	
800	30	32	31	32	32	33	34	32	36	37	38	

17	73	72	67	65	64	60	58	54	47	35	10	$\varphi\%$ striction
200	72	71	65	64	64	60	58	54	49	33		
400	73	71	67	66	65	62	66	55	50	37		
500	72	72	68	68	68	67	65	62	57	43		
600	72	72	68	68	68	67	65	60	58	47		
700	73	73	71	70	70	68	68	65	62	53	45	
800	73	74	73	73	72	71	70	70	69	69		



La striction du fer écroui (fig. 4) ne paraît presque pas affectée par le revenu jusqu'à 400° et augmente progressivement, tant que la température du revenu s'élève, mais ce n'est que le traitement à 800° qui fait disparaître la chute de la striction du fer fortement écroui au préalable.

Dans les mesures précédentes, les nombres indiqués étaient formés par la moyenne de trois essais. Pour la résilience deux essais, indiqués au tableau II, étaient faits pour chaque écrouissage sur petites éprouvettes du type allemand (100×10×8 mm avec entaille de 5 mm à l'angle de 45°). La figure 5 reproduit les résultats de ces essais.

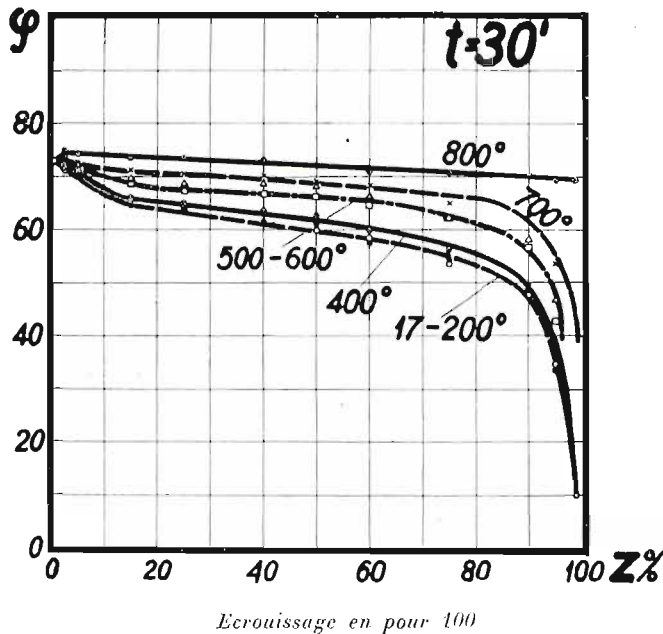


Fig. 4. Striction du fer, en fonction de l'écrouissage et du revenu, à la température indiquée.

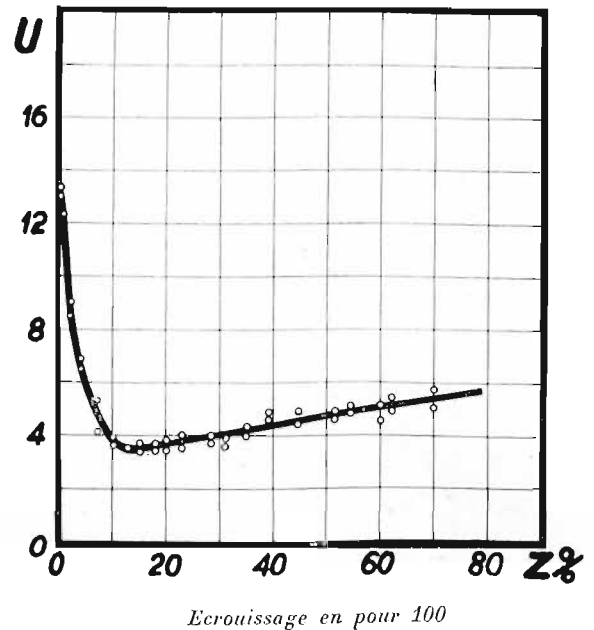


Fig. 5. Résilience du fer en fonction de l'écrouissage.

Nous voyons (fig. 5) que la résilience du fer subit une diminution rapide pendant la première phase de l'écrouissage, alors que pendant la deuxième phase la résilience augmente lentement, mais régulièrement. Un effet analogue avait déjà été observé pour le laiton à 55 p. 100 de zinc<sup>1)</sup>.

TABLEAU II.

Résilience  $U$  sur petite éprouvette allemande du fer écroui à  $Z\%$ .

$Z\%$	0	2	4	7	10	12	15	17	20	23	28	31	35	39	44	52	54	60	62	70
$U$	13	9	6,9	5,3	4	3,5	3,7	3,8	3,8	4	4	4	4,4	4,9	5	4,9	5,1	5,1	5,4	5,8
kgm/cm <sup>2</sup>	12,3	8,5	6,5	4,2	3,6	1,5	3,3	3,4	3,5	3,5	3,7	3,6	4	4,6	4,4	4,6	4,8	4,5	4,9	5

### R é s u m é.

1. L'étude concernait la dureté, la résistance à la traction et la striction du fer Armco en fonction de l'écrouissage, appliqué jusqu'à 98% et du revenu à 200°, 400°, 500°, 600°, 700° et 800°. L'étude de la résilience a été faite en fonction de l'écrouissage poussé jusqu'à 70%.

<sup>1)</sup> Broniewski et Pelczynski, Sur l'écrouissage, le revenu et le recuit des laitons, Revue de Métall. t. 31 (1934) pp. 48 et 90.

2. Le revenu à 200° augmente la dureté et la résistance à la traction du fer écroui. Le revenu à température supérieure fléchit plus fortement la résistance à la traction que la dureté, surtout pour les écrouissages faibles.

La striction augmente progressivement lorsque la température de revenu s'élève au-dessus de 400°, mais c'est le revenu à 800°, qui fait disparaître complètement les effets de l'écrouissage.

3. La résilience subit une diminution rapide dans la première phase de l'écrouissage (12%) et augmente pendant la deuxième phase.

