

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

CENTRE D'ETUDES NUCLEAIRES DE SACLAY

Service de Documentation

F91191 GIF SUR YVETTE CEDEX

CEA-CONF-- 9076

M2

PROPRIETES MECANQUES DE SOUDURES PAR FAISCEAU D'ELECTRONS

SUR ALLIAGE 8090 (CP 271)

Le Poac, P.; Nomine, A.M.; Miannay, D.

CEA Centre d'Etudes de Bruyeres-le-Châtel, 91 (France)

Communication présentée à : 4. International conference on aluminium-lithium  
Paris (France)  
10-12 Jun 1987

PROPRIETES MECANQUES DE SOUDURES PAR FAISCEAU D'ELECTRONS  
SUR L'ALLIAGE 8090 (CP 271)

P. LE POAC - A.M. NOMINE - D. MIANNAY

Commissariat à l'Energie Atomique  
Centre d'Etudes de Bruyères-le-Châtel  
B.P. N° 12 - 91680 BRUYERES-le-CHATEL

**RESUME.**

---

Des soudures par faisceau d'électrons obtenues sur des bagues en alliage 8090 (soudures bord à bord ou avec embrèvement) dans les états T4 et T6 sont testées mécaniquement en traction dans l'état brut de soudage ou après un traitement thermique de 12 heures à 210°C.

**INTRODUCTION.**

---

Les alliages aluminium-lithium ont des propriétés de rigidité et de résistance spécifiques qui les rendent intéressants comme matériaux de structuration. Certaines applications nécessitant des assemblages par soudage, et la soudabilité de ces matériaux ayant été peu étudiée [1], il est apparu utile de caractériser mécaniquement des soudures obtenues par faisceau d'électrons sur un alliage aluminium-lithium dans différents états structuraux.

**MATERIAU.**

Le matériau de départ est constitué de deux tubes en alliage 8090, de longueur 1 m, diamètre extérieur 48 mm et diamètre intérieur 42 mm, l'un dans l'état T4 (mise en solution), l'autre dans l'état T6 (mise en solution + revenu de 12 heures à 210°C). Le tableau I donne la composition chimique du matériau.

Tableau I - Composition chimique pondérale de l'alliage 8090 étudié (référence 1294).

Li	Cu	Mg	Zr	Ti	Fe	Si
%	%	%	%	%	%	%
2,3	1,2	0,94	0,09	0,02	0,02	0,02

On usine dans chaque tube une bague (hauteur  $\approx$  60 mm) pour l'étude du matériau de base sans soudure, et des demi-bagues destinées à la réalisation de soudures bord à bord avec pénétration totale \* ou de soudures avec embrèvement \* (étude d'un effet d'entaille). La figure 1 donne l'aspect des différents cordons de soudure.

Afin de déterminer s'il y a ou non nécessité de procéder à un traitement thermique de revenu après l'opération de soudage, des éprouvettes de traction (prélevées parallèlement aux génératrices des bagues) sont testées soit à l'état brut de soudage (métal de base à l'état T4 ou T6), soit après un revenu de 12 heures à 210°C (métal de base à l'état T6 ou "T7" de surrevenu). Des éprouvettes sans soudure sont testées dans les états T4, T6 et "T7". La figure 2 montre l'aspect micrographique du métal de base dans ces trois états. La vitesse de sollicitation est  $\dot{\epsilon} \approx 10^{-4}.s^{-1}$ .

./.

[\*] Soudage sous 25 kV, puissance du faisceau de 800 W pour les soudures bord à bord et de 700 W pour les soudures avec embrèvement.

Tableau II - Propriétés mécaniques en traction.

Eprouvettes	Etat du métal avant soudure	Sans traitement thermique		Après traitement thermique		
		$R_M$ (MPa) $\left[ \begin{array}{l} \text{max} \\ \text{min} \end{array} \right.$	$A_R$ (%)	$R_M$ (MPa) $\left[ \begin{array}{l} \text{max} \\ \text{min} \end{array} \right.$	$A_R$ (%)	Etat métal de base
Métal de base	T4	321 $\left[ \begin{array}{l} 329 \\ 314 \end{array} \right.$	9,8 $\left[ \begin{array}{l} 12 \\ 7,6 \end{array} \right.$	450	4,9	T6
	T6	443 $\left[ \begin{array}{l} 450 \\ 436 \end{array} \right.$	5,4 $\left[ \begin{array}{l} 5,7 \\ 4,9 \end{array} \right.$	484 $\left[ \begin{array}{l} 498 \\ 465 \end{array} \right.$	5,5 $\left[ \begin{array}{l} 5,7 \\ 5,2 \end{array} \right.$	T7
Avec soudure bord à bord	T4	215 $\left[ \begin{array}{l} 290 \\ 160 \end{array} \right.$	-	167 $\left[ \begin{array}{l} 267 \\ 126 \end{array} \right.$	-	T6
	T6	314 $\left[ \begin{array}{l} 325 \\ 291 \end{array} \right.$	-	384 $\left[ \begin{array}{l} 403 \\ 341 \end{array} \right.$	-	T7
Avec soudure avec embrèvement	T4	298 $\left[ \begin{array}{l} 299 \\ 297 \end{array} \right.$	-	180 $\left[ \begin{array}{l} 194 \\ 164 \end{array} \right.$	-	T6
	T6	283 $\left[ \begin{array}{l} 293 \\ 273 \end{array} \right.$	-	237 $\left[ \begin{array}{l} 260 \\ 220 \end{array} \right.$	-	T7

Tableau III - Mesure des duretés sous une charge de 20 N.

Matériau	Etat du métal avant soudure	Sans traitement thermique		Après traitement thermique	
		moyenne $H_V$	$\left[ \begin{array}{l} \text{max} \\ \text{min} \end{array} \right.$	moyenne $H_V$	$\left[ \begin{array}{l} \text{max} \\ \text{min} \end{array} \right.$
Métal de base	T4	114	$\left[ \begin{array}{l} 124 \\ 108 \end{array} \right.$	(T6) 157	$\left[ \begin{array}{l} 158 \\ 154 \end{array} \right.$
	T6	153	$\left[ \begin{array}{l} 165 \\ 145 \end{array} \right.$	(T7) 152	$\left[ \begin{array}{l} 158 \\ 145 \end{array} \right.$
Z A T	T4	112	$\left[ \begin{array}{l} 121 \\ 103 \end{array} \right.$	156	$\left[ \begin{array}{l} 158 \\ 154 \end{array} \right.$
	T6	107	$\left[ \begin{array}{l} 115 \\ 98 \end{array} \right.$	154	$\left[ \begin{array}{l} 158 \\ 149 \end{array} \right.$
Soudure	T4	79	$\left[ \begin{array}{l} 84 \\ 74 \end{array} \right.$	106	$\left[ \begin{array}{l} 115 \\ 93 \end{array} \right.$
	T6	76	$\left[ \begin{array}{l} 80 \\ 72 \end{array} \right.$	126	$\left[ \begin{array}{l} 128 \\ 121 \end{array} \right.$

## RESULTATS.

---

Les résultats des essais de traction sont rassemblés dans le tableau II et la figure 3 ; les mesures de duretés sous une charge de 20 N sont détaillées dans le tableau III et la figure 4.

Dans le métal de base, le traitement de revenu (T6) augmente la dureté et la résistance mécanique et diminue la ductilité ; un traitement de survenu (T7) augmente légèrement la résistance mécanique sans modifier la dureté et la ductilité.

Dans les bagues soudées, la rupture se produit toujours dans la soudure au centre ou sur le bord du cordon, qu'il y ait ou non un traitement thermique après l'opération de soudage. A l'état brut de soudage, les soudures bord à bord et avec embrèvement ont une résistance mécanique comparable (tableau II et figure 3) ; on obtient au moins 50 % de la résistance du matériau de base, que celui-ci soit à l'état T4 ou T6. Après un traitement de revenu, l'évolution du comportement mécanique des zones soudées est complexe (tableau II et figure 3) ; on observe selon les bagues un accroissement ou une diminution de la résistance mécanique des zones soudées, alors que les mesures de dureté (tableau III et figure 4) et de microdureté (figure 5), montrent dans tous les cas l'effet durcissant du traitement thermique sur la ZAT et le cordon de soudure. Par ailleurs, le traitement thermique après soudage a pour effet d'augmenter notablement la dispersion des mesures de microdureté (figure 5).

## CONCLUSIONS.

---

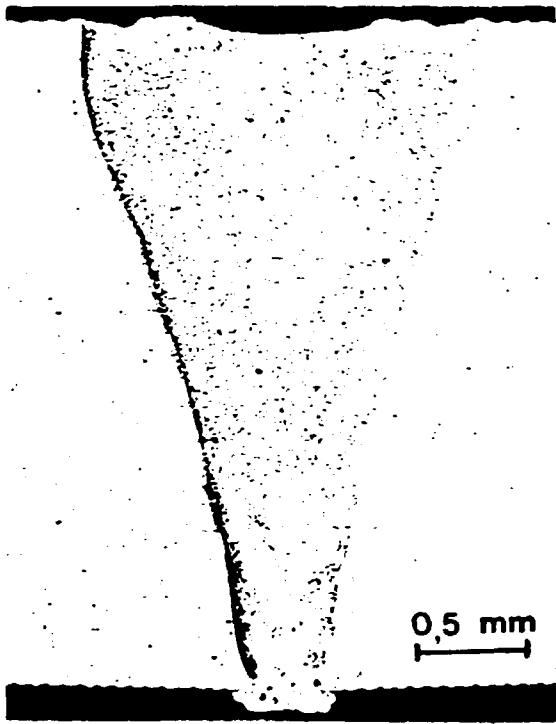
Des soudures par faisceau d'électrons ont pu être obtenues sur des bagues en alliage 8090 dans les états T4 et T6. Les soudures avec embrèvement ou bord à bord ont des résistances mécaniques comparables ; il n'y a donc pas de sensibilité à l'effet d'entaille.

Un traitement de revenu postérieur à l'opération de soudage augmente la dureté de la zone soudée, mais agit de façon aléatoire sur son comportement mécanique, qu'il a tendance à détériorer dans la majorité des cas : ce traitement paraît donc à proscrire.

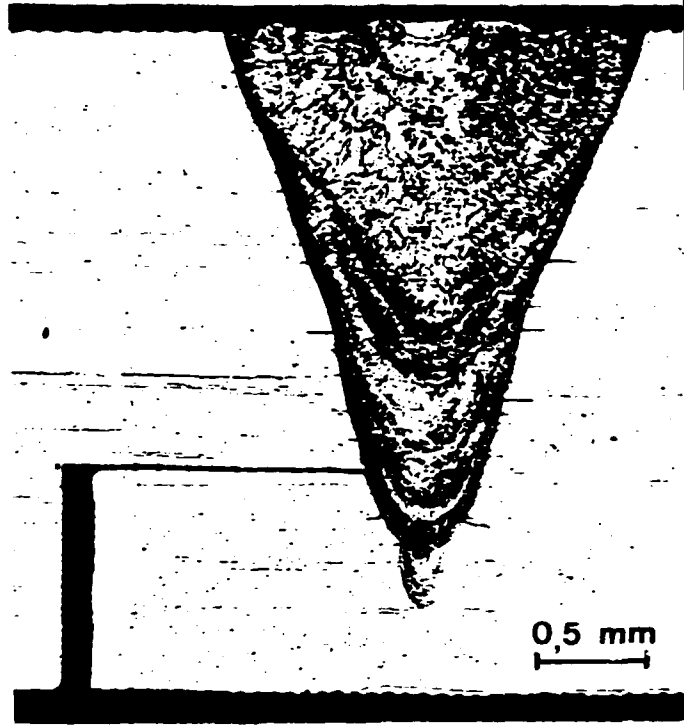
•  
• •

#### R E F E R E N C E

- [1] CROSS C.E., OLSON D.L. and CAPES J.F.  
Aluminium - Lithium II, the Metallurgical Society of AIME (Starke and Sanders Ed.), 1983, p. 675.

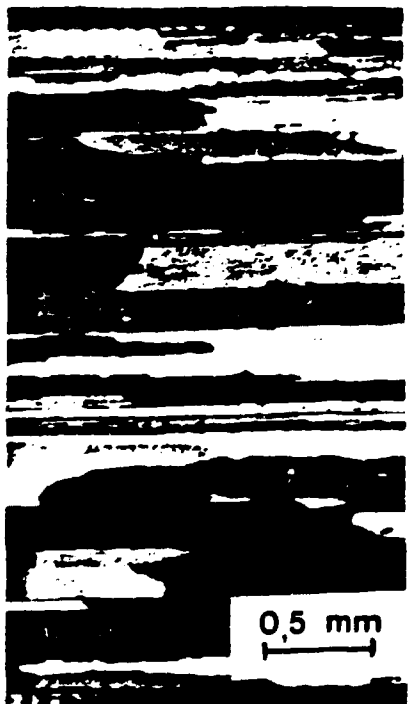


Soudure bord à bord

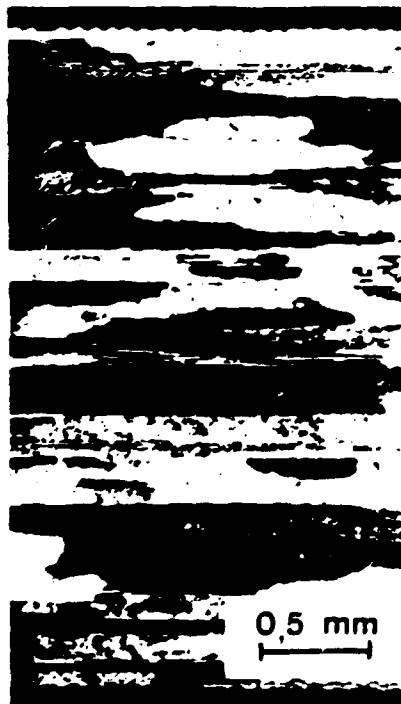


Soudure avec embrèvement

FIGURE 1 - Aspect des deux types de soudures étudiés.



Etat T4



Etat T6



Etat T7

FIGURE 2 - Structure de l'alliage 8090 dans les trois états :

T4 (mise en solution) , T6 (revenu) et T7 (surrevenu).

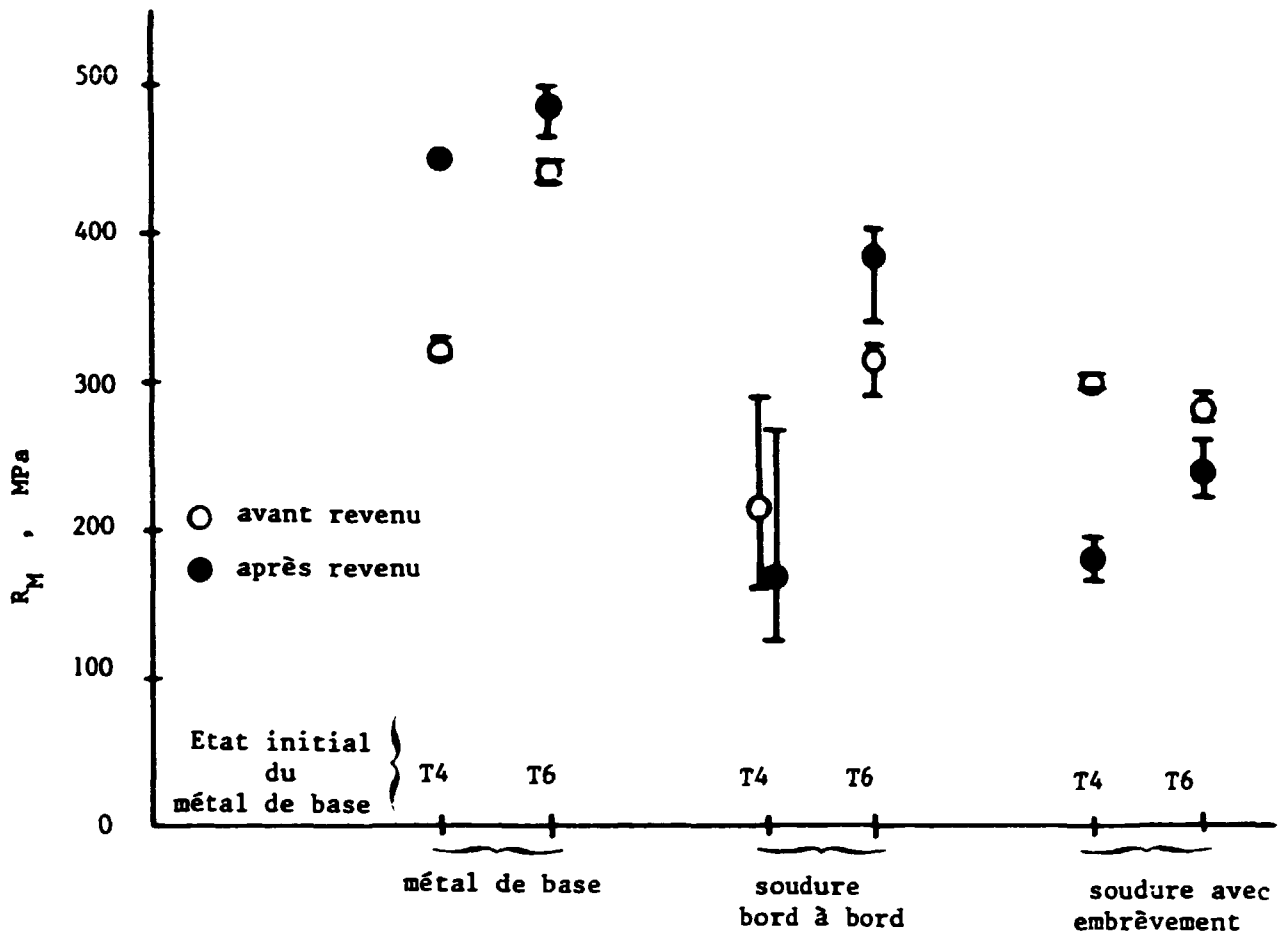


FIGURE 3 - Résultats des essais de traction sur le matériau sans soudure, les soudures bord à bord et les soudures avec embrèvement.

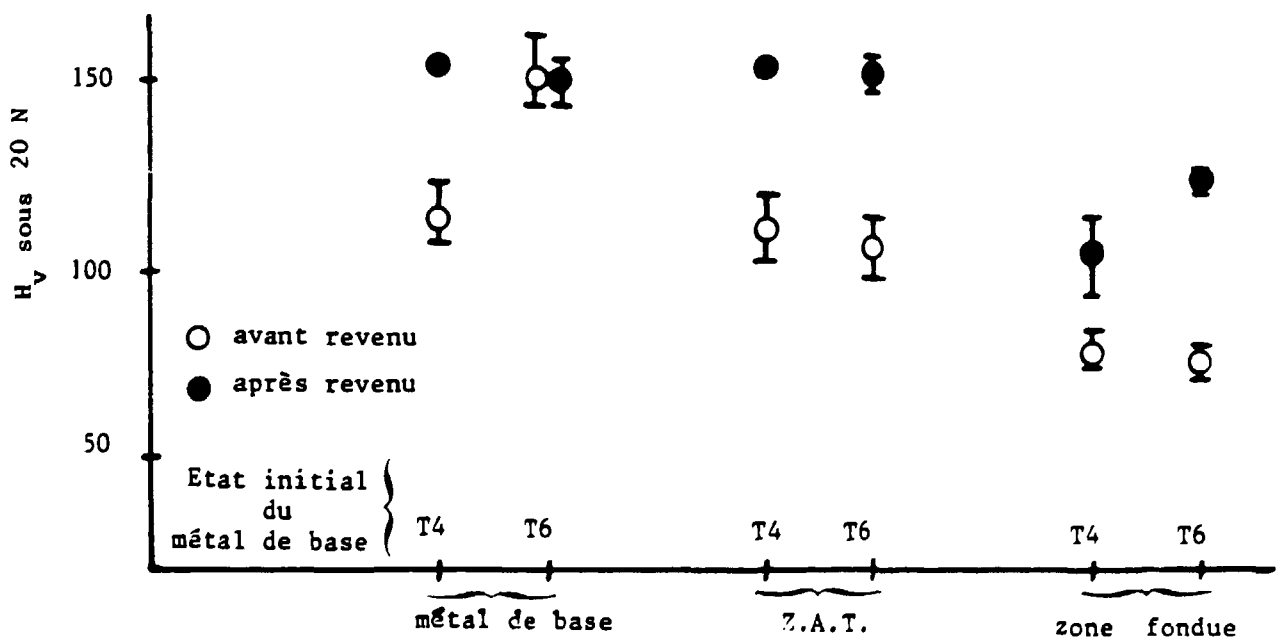


FIGURE 4 - Mesures de la dureté (sous 20 N) du métal de base, de la zone affectée thermiquement et de la zone fondue.



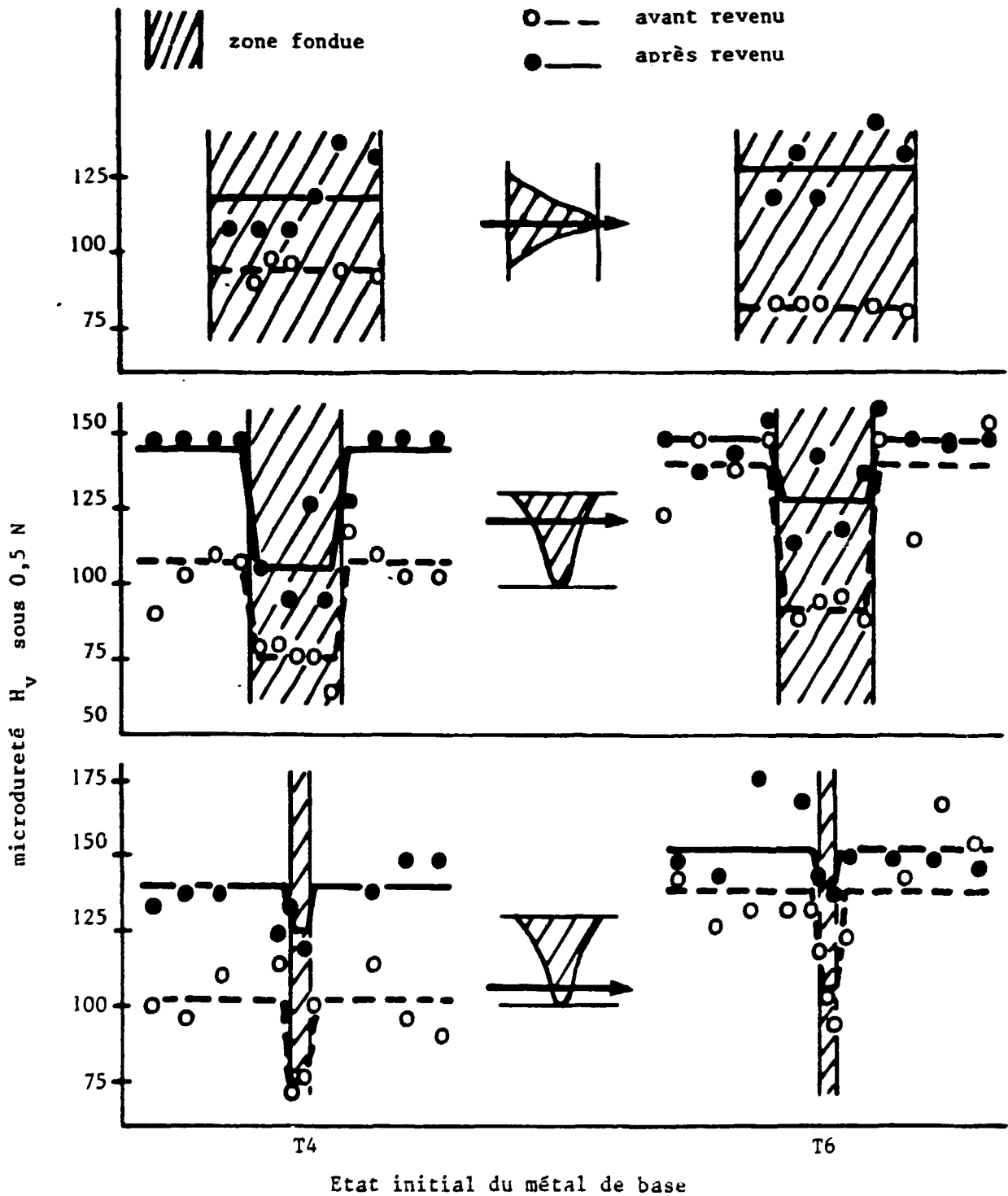


FIGURE 5 - Mesures de la microdureté (sous 0,5N) du métal de base, de la zone affectée thermiquement et de la zone fondue.