Sur le comportement d'un acier inoxydable austénitique 17-12 SPH aux températures intermédiaires, $0.2 \leq T/F_F \leq 0.65$

Mise en évidence des interactions dislocations-défauts ponctuels

P. DELOBELLE

Lab. Mec. Appl. LAO04 - Faculté des Sciences et des Techniques- Route de Gray
25030 BESANCON CEDEX (FRANCE)

Les aciers inoxydables austénitiques présentent des propriétés mécaniques très variées suivant le domaine de température considéré et le but du présent résumé est une tentative d'explication physique et phénoménologique des différents phénomènes observés entre 20 et 750°C. Le tableau ci-dessous résume succinctement les propriétés sous chargement monotone et cyclique :

-fluage à froid	-pas ou très peu de déformation dépendant du temps	-fluage à haute température
-rochet (1D)	-pas de rochet	-rochet thermiquement activé
-peu de consolidation cyclique	-consolidation cyclique importante	-consolidation cyclique avec effet du temps
20°C	400°C	600°C

Si l'on mesure, par la méthode de la relaxation inverse durant un essai à vitesse imposée, la composante visqueuse $\dot{\sigma}_v$ ($\dot{\sigma}_v = \dot{\sigma} - \dot{\sigma}_i$, où $\dot{\sigma}$ est la contrainte appliquée et $\dot{\sigma}_i$ la somme des contributions des différentes contraintes internes) en fonction de la température T , pour différentes déformations ϵ , on montre fig. 1 que $\dot{\sigma}_v$ croît avec ϵ et passe par un minimum vers 400°C. Ceci corrobore les effets de viscosité mentionnés dans le tableau. De façon à corrélérer à un paramètre physique cette perte de viscosité associée au maximum de consolidation cyclique et à une très nette augmentation de la contrainte d'écoulement sous sollicitation monotone, nous avons réalisé des mesures d'évolution de seuil d'écoulement, quantifiées par $\Delta\sigma_r$, après relaxation pendant un temps t_v (fig. 2). On constate que si pour $T \geq 525^\circ\text{C}$, $\Delta\sigma_r$ est négatif, ce qui correspond à de la restauration par le temps et qui conduit au fluage stationnaire thermiquement activé, pour $T \leq 525^\circ\text{C}$ $\Delta\sigma_r$ est positif, ce qui résulte d'un durcissement

Fig. 1 : évolution de $\dot{\sigma}_v$ avec ϵ et T

par le temps, évanescant avec la déformation (fig. 2 et 3). Dans la zone de transition, il apparaît les phénomènes d'instabilité du type Portevin-Le Châtelier. Il est possible de corrélérer ce durcissement supplémentaire aux interactions à courte distance

(du type Snoek-Schoeck) dislocations-paires de défauts ponctuels dans les solutions solides C.F.C.. Ainsi, on attribuera à chaque interaction une compo-

$$R^*(i) = -p^{(i)} R^*(i) |\epsilon| + \frac{R^*(i)(T) - R^*(i)}{\tau_{SN}^{(i)}},$$

$$\text{avec : } \tau_{SN}^{(i)} = \tau_{SN}^{(i)}(0) \exp \frac{W^{(i)}}{kT},$$

$$R^*(i)(T) = R^*(i)_{\text{sat}} \exp - \left(\frac{T - T_i}{A_i} \right) \cdot \tau_{SN}^{(i)}(0), W^{(i)},$$

$R^*(i)_{\text{sat}}$, T_i , A_i sont des paramètres physiques de l'interaction. On dénombre cinq types d'interactions ($i=5$) que l'on fera agir sur la variable isotrope R^* , liée aux interactions à longue distance dislocations-dislocations, et fonction de la déformation viscoplastique cumulée.

On peut remarquer que conformément à l'expérience, la valeur stabilisée :

$$R^*(i)_{\text{st}} = R^*(i)(T) / (1 + \tau_{SN}^{(i)} p^{(i)} |\epsilon|),$$

décroît avec la vitesse, ce qui correspond à un exposant de sensibilité de la contrainte à la vitesse négatif. Ce comportement est typique du domaine d'interaction dislocation-défauts ponctuels. Pour les plus hautes températures ainsi que vers l'ambiante, cet exposant est naturellement positif.

$$\Delta\sigma_{\text{relax}} = \sigma_e(t_v) - \sigma_e(t_0), \Delta\sigma_r = \Delta\sigma_{\text{sn}} + \Delta\sigma_{\text{cl}}$$

$$\Delta\sigma_r = \sigma_e(t_v) - \sigma_e(t_0)$$

Fig. 2 : principe de mesure de $\Delta\sigma_r$.
($T \geq 525^\circ\text{C}$)

Fig. 3 : évolution de $\Delta\sigma_r$ avec ϵ et T .
 $\Delta\sigma_r \geq 0$ suivant la température.