



**HAL**  
open science

## Premiers résultats portant sur l'étude rhéologique d'un acier Fe-C pendant sa transformation de phase

Ch. Liebaut, E. Gautier, A. Simon

### ► To cite this version:

Ch. Liebaut, E. Gautier, A. Simon. Premiers résultats portant sur l'étude rhéologique d'un acier Fe-C pendant sa transformation de phase. *Revue de Physique Appliquée*, 1988, 23 (4), pp.703-703. 10.1051/rphysap:01988002304070300 . jpa-00245859

**HAL Id: jpa-00245859**

**<https://hal.science/jpa-00245859>**

Submitted on 4 Feb 2008

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PREMIERS RESULTATS PORTANT SUR L'ETUDE RHEOLOGIQUE D'UN ACIER Fe-C PENDANT SA TRANSFORMATION DE PHASE  
 Ch. LIEBAUT, E. GAUTIER, A. SIMON - LSG2M - Ecole des Mines - Parc de Saurupt - F-54042 NANCY

Ces résultats s'intègrent dans une approche complète de la modélisation de l'écoulement plastique d'un matériau qui est le siège d'une transformation de phase. Nous nous efforçons de déterminer sur un acier à 0,2% en poids de carbone les caractéristiques rhéologiques en fonction de la déformation, de la vitesse de déformation, de la température, de la fraction transformée et de la vitesse de transformation. La transformation de phase étudiée est  $\gamma \rightarrow \alpha + Fe_3C$ .

Expérimentalement, nous abordons cette approche suivant deux parties.

D'une part, l'étude rhéologique du matériau Fe-0,2%C biphasé stable à des températures constantes comprises entre les températures d'équilibre  $A_3$  et  $A_1$  du diagramme de phase des alliages Fe-C (c'est-à-dire dans le domaine  $\gamma + \alpha$ ). Cette partie nécessite outre l'étude du mélange de phase, l'étude rhéologique de chaque constituant (dont la composition chimique, notamment pour  $\gamma$ , varie avec la température).

D'autre part, nous étudions le comportement mécanique de l'alliage au cours du refroidissement continu c'est-à-dire au cours de sa transformation de phase. Pour ce cas, outre les déformations élastiques et plastiques des différentes phases, il existe d'autres sources de déformation : la contraction thermique, la variation volumique de transformation de phase. De plus, lorsque le matériau se transforme sous contrainte, on observe une plasticité exagérée qui est la plasticité de transformation. Aussi, ce phénomène peut également intervenir et contribuer comme une source de déformation.

Les résultats présentés portent sur cette seconde partie.

Après austénitisation, l'échantillon est déformé dans le domaine 850-600°C à différentes vitesses de déformation pour une vitesse de refroidissement (0,5°C/s). Nous suivons le comportement mécanique ( $\sigma = f(\epsilon)$ ) ainsi que les variations de résistivité du matériau.

Les courbes contrainte-déformation présentent diverses phases d'adoucissement. La représentation contrainte d'écoulement - température nous permet de montrer que les débuts des adoucissements se situent, respectivement, aux températures de début de formation de la ferrite et au début de formation de la perlite (Fig. 1), quelle que soit la vitesse de déformation. La corrélation température d'adoucissement - température de début de transformation est bien mise en évidence par les courbes de résistivité enregistrées simultanément (Fig. 2).

L'origine de cet adoucissement est analysé à partir des différentes sources de déformation pour différentes vitesses de déformation.

Nous déterminons également l'amplitude de la déformation de plasticité de transformation. Celle-ci est assimilée à la déformation dans le domaine de transformation corrigée de la part de déformation due au fluage des phases en présence. La déformation de plasticité de transformation représente une part de déformation importante par rapport à la déformation globale dans le domaine de

transformation ( $\approx 50\%$ ). L'analyse des variations de déformation de plasticité de transformation avec la contrainte moyenne d'écoulement dans le domaine de transformation nous conduit à des résultats proches de ceux de la littérature alors que ces derniers sont obtenus pour des essais où la contrainte est maintenue constante. La déformation de plasticité de transformation varie peu pour des contraintes inférieures à 40 MPa, puis augmente très rapidement avec la contrainte.

Si une telle approche de la plasticité de transformation peut se trouver confortée d'une bonne corrélation avec les résultats de la littérature, la mesure précise de cette déformation et la discussion approfondie du phénomène nécessite l'approche rigoureuse du calcul de la loi de comportement à partir des données obtenues pour le matériau biphasé stable. Nous pourrions alors mettre en évidence plus précisément le rôle de la transformation et de la plasticité de transformation.

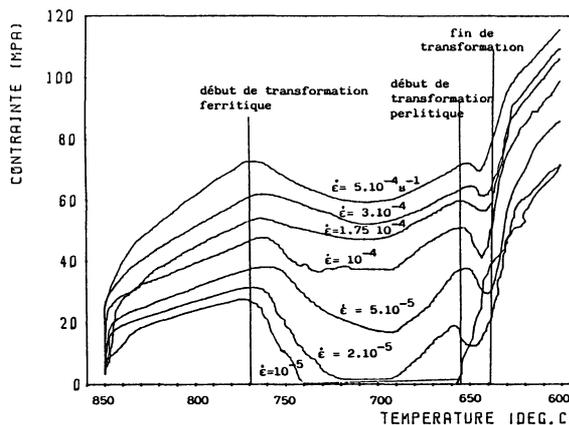


Figure 1 : Courbes de traction d'un alliage à 0,2% de carbone pour une vitesse de refroidissement de 0,5°C/s et une vitesse de transformation variant de  $10^{-5}$  à  $5.10^{-4}$  s<sup>-1</sup>

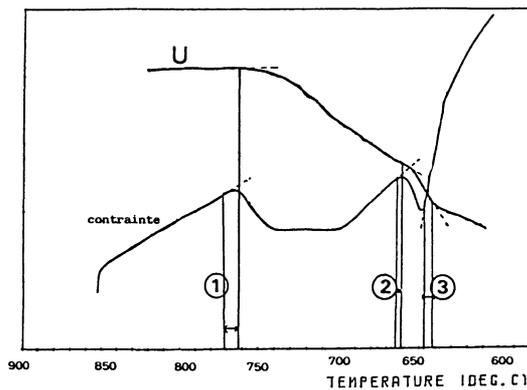


Figure 2 : Correspondance entre les anomalies de la courbe de traction et la transformation de phase.