

Effet de la température d'entrée dans le domaine bainitique sur le taux d'austénite résiduelle dans des aciers TRIP

A. Kammouni ^{a,*}, W. Saikaly ^b, M. Dumont ^a, C. Marteau ^c, X. Bano ^c, A. Charai ^a

^aTECSEN, Université Paul Cézanne, Avenue Escadrille Normandie Niemen - Case 261. 13397 Marseille Cedex 20

^bCP2M, Université Paul Cézanne, Avenue Escadrille Normandie Niemen - Case 221. 13397 Marseille Cedex 20

^cArcelor méditerranée, DB 26, 13776 Fos sur mer cedex

Résumé - Dans le domaine bainitique, la cinétique de diffusion du carbone joue un rôle important sur la détermination du taux d'austénite résiduelle. Dans ce travail, les observations MET ont permis l'identification de l'austénite en utilisant comme méthode de préparation des échantillons une technique très efficace appelée FIB (Focused Ion Beam). En outre, le MEB a permis de donner des interprétations métallurgiques concernant la relation entre taux d'austénite résiduelle et température du domaine bainitique.

1. Introduction

Les aciers TRIP (TRansformation Induced Plasticity) offrent des propriétés mécaniques très intéressantes qui les rendent idéaux pour l'emboutissage des tôles minces destinées à l'industrie automobile. La transformation de l'austénite résiduelle en martensite par voie mécanique augmente la ductilité pendant la mise en forme [1]. Par suite l'acier obtenu présente des propriétés mécaniques élevées (grâce à la martensite formée). Pour un meilleur effet TRIP, un taux d'austénite résiduelle avec une stabilité optimale est exigé [2]. Différentes études montrent que ces propriétés sont liées en partie au traitement thermomécanique suivi. Parmi les paramètres du traitement thermomécanique des aciers TRIP, la température d'entrée dans le domaine bainitique joue un rôle primordial. C'est pourquoi, notre étude porte sur l'investigation de l'effet de cette température sur le taux d'austénite résiduelle dans trois nuances TRIP ayant une composition chimique identique et un traitement thermomécanique équivalent jusqu'au domaine bainitique (températures d'entrée dans le domaine bainitique T1, T2 et T3 avec T1 < T2 < T3).

2. Résultats

L'étude métallographique par microscopie électronique à balayage permet l'observation fine des phases en présence (ferrite, bainite et austénite résiduelle) du point de vue de leur nature, distribution et morphologie. Avant toute observation, les échantillons ont été attaqués électrolytiquement (mélange de 95% d'acide acétique et de 5% d'acide perchlorique) afin de révéler les phases présentes. La technique donne un excellent contraste entre la matrice ferritique et les autres phases présentes (Figure 1).

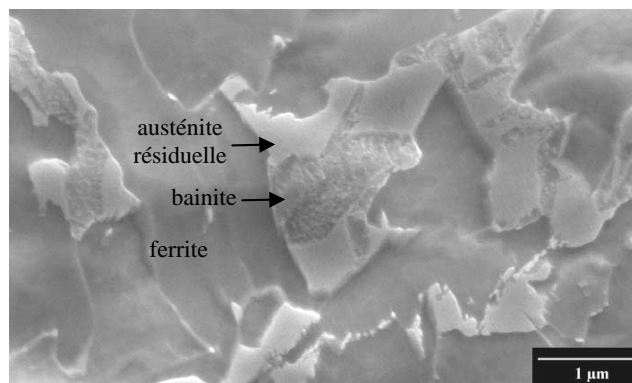


Figure 1 : Micrographie électronique à balayage mettant en évidence la microstructure de la nuance A2 après une attaque électrolytique.

La reconnaissance de l'austénite par MEB se base uniquement sur la différence du contraste observé. C'est pourquoi une identification de cette phase en MET est nécessaire. Cependant, l'étude de l'austénite en microscopie électronique en transmission nécessite tout d'abord une très bonne localisation. La méthodologie utilisée au cours de ce travail est la technique des lames FIB. En utilisant le MET, la technique (FIB) a confirmé d'une manière certaine que les zones (lisses gris clair) observées en MEB sont de l'austénite (Figure 2).

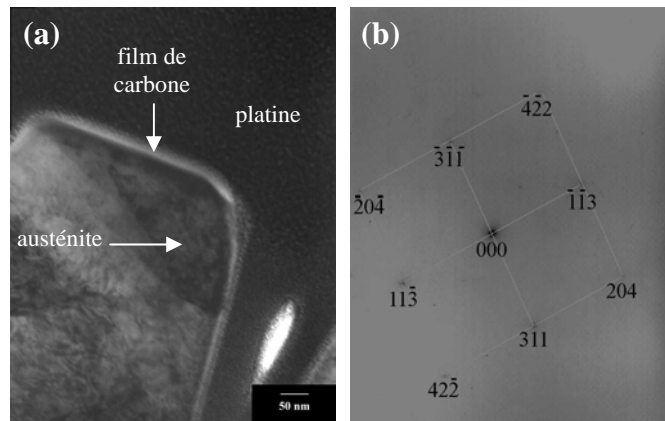


Figure 2 : a) Micrographie électronique en transmission sur une lame fabriquée par nano-usinage ionique contenant un grain d'austénite résiduelle dans l'échantillon A1, b) diagramme de diffraction correspondant.

Les analyses MEB montrent que la température du domaine bainitique influence non seulement la morphologie bainitique mais aussi le taux et la distribution de l'austénite résiduelle et la formation ou pas de la perlite et ou de la martensite. En effet, le nombre de sites de germination des lattes de ferrite bainitique et la cinétique de leur croissance déterminent la taille et la distribution des grains austénitiques restants. Aussi, à une température relativement basse (T1), la présence de zones austénitiques faiblement enrichies en carbone facilite leur transformation en martensite après refroidissement à la température ambiante ce qui réduit le taux d'austénite résiduelle à 3 %. En outre, à une température relativement élevée (T3) la formation de la perlite a lieu, cette dernière consomme une grande partie du carbone censé stabiliser l'austénite. La cinétique de transformation bainitique s'en trouve accélérée, réduisant ainsi le taux d'austénite présent à la température ambiante à 1 %. Par contre, à une température intermédiaire (T2) on obtient un taux raisonnable d'austénite résiduelle de l'ordre de 7 %. En effet, les deux phénomènes observés à T1 et T3 sont limités à la température intermédiaire T2.

3. Conclusion

Dans le traitement thermomécanique des aciers TRIP la température d'entrée dans le domaine bainitique est critique pour la rétention d'une certaine quantité d'austénite résiduelle à température ambiante. C'est pourquoi, pour un meilleur effet TRIP et pour une composition chimique donnée, la température d'entrée dans le domaine bainitique doit être optimale, permettant d'avoir un bon compromis entre taux et stabilité de l'austénite résiduelle.

4. Références

- [1] : P. Jacques, Q. Furnémont, A. Mertens et F. Delannay. "On the sources of work hardening in multiphase steels assisted by transformation-induced plasticity". Philosophical Magazine A, 2001, Vol. 81, N° 7, 1789-1812.
- [2] : W. Bleck et al. Control of microstructure in TRIP steels by niobium, Materials Sciences Forum Vols. 426-432 (2003) pp. 43-48.