

MORPHOLOGIE DES GRAINS D'UN FIL D'ACIER DOUX TREFILE A FROID A L'ENTREPRISE TREFISOUD D'EL-EULMA

Z. BOUMERZOUG, N. LEHRAKI, M. ZIDANI

Département de Métallurgie
B.P. 145- Biskra - 07000 – Algérie
E –mail : zboumerzoug@yahoo.fr

RESUME

L'opération qui accompagne la réduction du diamètre du fil est appelée tréfilage. Le principe de tréfilage est l'utilisation de la plasticité du métal. Notre étude est basée sur un fil d'acier contenant 0.05 % de carbone. L'orientation préférentielle des grains observée; c'est-à-dire, la structure texturée de la ferrite et de la perlite est provoquée par le processus de tréfilage. Cette étude a été suivie par diffraction des rayons X et par des observations au microscope optique et électronique à balayage. Des mesures de dureté sont aussi effectuées.

MOTS-CLES : Fil , acier doux, tréfilage, texture.

ABSTRACT

The operation allowing reducing wire diameter is called drawing. The drawing principal is that of using the metal plasticity. Our study is based on wire steel containing 0.05 % carbon. The regular orientation of the grains, i.e., texture of ferrite caused by drawing process is observed. We have obtained that texture was followed by a phenomenon of consolidation. This investigation was followed by optical and scanning electron microscope, hardness measurements and X- ray diffraction.

KEY-WORDS: Wire, mild steel, drawing, texture.

1 INTRODUCTION

Le tréfilage à froid est essentiellement une opération de mise en forme par déformation plastique. Dans les métaux, cette déformation s'obtient par glissement suivant certains plans et directions de glissement grâce au déplacement de dislocations. Après déformation, une partie de ces dislocations reste piégée à l'intérieur des grains. Dans ce cas, la structure est dite écrouie et les propriétés du métal sont modifiées. Le tréfilage a pour effet de "durcir" le métal et de diminuer ses possibilités de déformation ultérieure. Voilà pourquoi on est amené à recuire le métal soit pour poursuivre le tréfilage à froid, soit pour redonner aux produits finis des propriétés de plasticité suffisante

Le tréfilage, en tant que procédé de mise en forme d'un matériau donné, est caractérisé par différents paramètres, à savoir la vitesse et la température de tréfilage, la géométrie des filières et les conditions de frottement, mais également par la structure et les propriétés du matériau qui déterminent sa capacité à subir une déformation élevée en tréfilage [1].

En général, tous les aciers peuvent être transformés en fil par tréfilage. La modification du fil au moment de son passage dans la filière a pour conséquence une modification générale de la plupart de ses propriétés ; ce qui constitue un fait capital pour l'industrie du tréfilage [2]. Au fur et à mesure que le fil s'écroute :

- Sa résistance à la traction augmente et semble tendre vers une valeur limite.
- Sa limite d'élasticité croît plus rapidement que la résistance et finit par tendre vers la même valeur.
- L'allongement baisse rapidement et ne décroît par la suite que lentement.

Ces conséquences sont exploitées en tréfilage pour obtenir des fils avec des caractéristiques de résistance à la traction, de limite d'élasticité et l'allongement définis en fonction de l'utilisation ultérieure [3].

L'augmentation du taux de déformation au cours de la déformation à froid par tréfilage de fil d'acier provoque son durcissement. Ce comportement est d'une part lié à la

diminution de la taille des grains ferritiques et à la diminution de la distance interlamellaire des lamelles perlitiques [4,5,6] et d'autre part, à l'interaction des dislocations avec la microstructure[7].

2 METHODES EXPERIMENTALES

Notre choix s'est porté sur l'étude du fil d'acier doux de composition chimique égale à 0.05 %C. Ce fil machine subit une opération de décapage par son émergée dans un bain chaud de solution acide de H_2SO_4 , suivi d'un premier rinçage à froid par un jet d'eau, ensuite une opération de boraxage qui a pour but de neutraliser tout le résidu d'acide et de protéger le fil contre la corrosion. Enfin, le séchage par une soufflerie d'air chaud. On note que le boraxage facilite l'opération de tréfilage, car il est le support aux lubrifiants ultérieurs. Le diamètre du fil machine est égale a 6 mm. Le prélèvement des échantillons est effectué à chaque étape de tréfilage. Ces échantillons sont passés au polissage mécanique et au polissage de finition à l'aide d'une pâte diamantée de $1/4\mu m$ sous un lubrifiant approprié. Pour révéler la microstructure, l'échantillon est attaqué par un réactif d'attaque très utilisé pour les aciers étant le Nital, une solution composée de 96 % d'éthanol et 4 % d'acide nitrique pour une durée d'attaque entre 20 et 45 secondes et ceci selon l'état de l'échantillon (tréfilé ou recuit).

Pour cette étude nous avons utilisé les moyens d'analyse suivants :

- Le microscope optique (MO).
- Le microscope électronique à balayage (MEB).
- La dureté Vickers avec une charge de 1 Kg.
- La diffraction des rayons X avec une anticathode de cobalt.

3 RESULTATS EXPERIMENTAUX ET INTERPRETATION

L'examen au microscope optique du fil machine avant le tréfilage montre la structure ferrito-perlitique avec une forme equiaxiale des grains ferritiques (Fig.1).



Figure 1 : Microstructure du fil machine de l'acier doux (0.05%C)

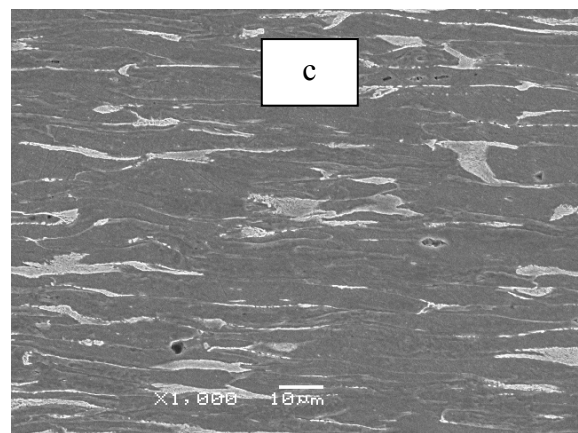
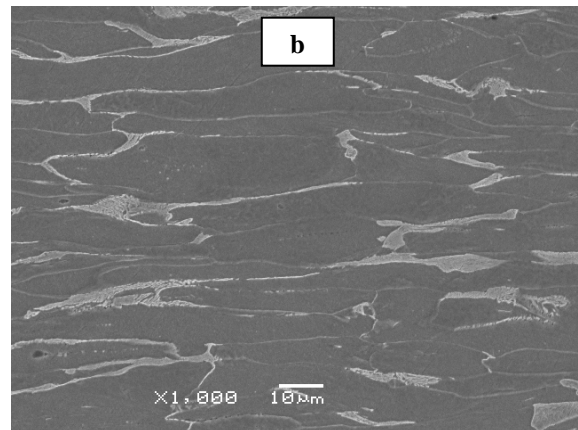
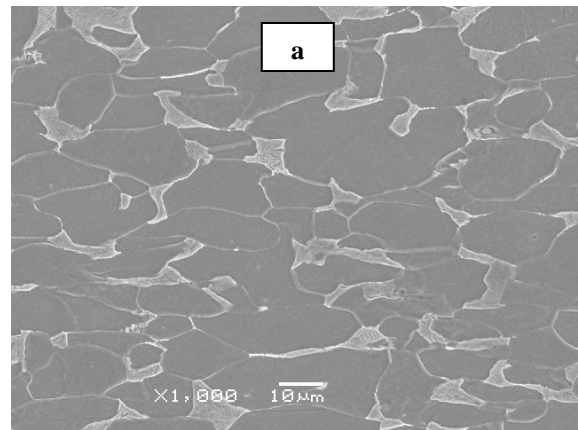


Figure 2 : Microstructures du fil d'acier doux après réduction par tréfilage de 33 % (a), 63 % (b), et 80 % (c).

L'intérêt de l'étude des fils à l'état tréfilé a pour but de connaître l'effet du taux de tréfilage sur la microstructure et son influence sur sa dureté.

La figure 2 montre l'évolution de la microstructure le long de la coupe longitudinale du fil tréfilé (Fig.2) après réduction de 33 % (Fig.2a), 63 % (Fig.2b), et 80 % (Fig.2c). Nous remarquons que plus le taux de réduction ϵ % est élevé plus les grains de ferrite et les cellules perlitiques s'orientent de plus en plus selon l'axe de fil, appelé "axe de tréfilage", cette dernière structure est dite "texture". On doit rappeler que la texture observée dans les fils tréfilés est

fréquemment décrite comme "texture de fibre" ou "texture fibreuse", parce qu'elle ressemble à un arrangement d'un matériau fibreux. Dans le cas idéal, elle consiste simplement à une orientation selon une direction cristallographique bien définie et parallèle à l'axe du fil. La texture est symétrique autour de l'axe du fil, connu sous le nom de "axe de fibre"[8].

On doit noter que parmi les conséquences de la déformation plastique à froid est l'abaissement des pics, augmentation du bruit de fond et même le déplacement des pics d'un angle $\Delta\theta$ vers les faibles angles. Ces changements observés dans le spectre sont dus principalement à la misorientation causée par les dislocations, les défauts d'empilements et la courbure des plans [9]. Dans notre cas, nous avons observé deux phénomènes : Premièrement, l'abaissement des pics sauf le pic (110) qui devient plus intense par rapport aux autres pics du spectre de la figure 3b, c'est à dire, il y a une désorientation des grains sous l'effet du procédé de tréfilage, où les grains ferritiques tendent à s'orienter dans le sens de l'axe de tréfilage, par contre le second phénomène est l'élargissement de ces pics mais sans aucun déplacement.

De même ce phénomène de tréfilage est accompagné par le durcissement du fil où on a enregistré l'augmentation de la dureté au fur et à mesure que le taux de réduction de section ($\epsilon\%$) augmente. La valeur de dureté augmente de 140HV jusqu'à 260 HV à la dernière réduction de la section du fil. Ce phénomène est appelé "écrouissage" durant lequel des dislocations sont introduites par la déformation plastique lors du tréfilage, leur nombre croît avec l'augmentation de cette déformation permanente, ce qui provoque un durcissement du matériau.

4 CONCLUSION

Cette étude a été consacrée à l'effet de la déformation plastique par le tréfilage à froid appliqué sur le fil machine d'un acier doux. En plus de l'étude des fils tréfilés, des traitements thermiques sont appliqués sur ces mêmes fils pour suivre et observer leurs comportements. Nous avons trouvé que le tréfilage du fil d'acier doux provoque l'orientation des grains ferritiques et perlitiques dans le sens de l'axe de fil "axe de tréfilage" accompagné par le durcissement du fil.

REFERENCES

- [1] J. P. Eberhart. Analyse structurale et chimique des matériaux, Dunod, (1989).
- [2] M. Bonzel. Tréfilage de l'acier, 2ème éd, Dunod, p 13 (1958).
- [3] C. Simonnet. Tréfilage de l'acier. Technique de l'ingénieur M645, p3-8 (1996).
- [4] K.Benezdens, W.D.Braid, B.Muesgen, N.Sieben and H.R.Wise. Steel cord: demands placed on high-tech product, Interwire 1993, Proc. Of the 63 rd, annual convention, March 1993, Atlanta, GA (Guil ford, CT, the wire association, International.Inc. p 55-60 (1993).
- [5] G.Langford. Metall. Trans. 8A, 861 (1977).
- [6] J. Gill Sevillano. J. Phys. III 1967 (1977).
- [7] G.Henry, Metall. ' Processing and Application of metal wire '. A review, Georgia Tech, Research, Institute
- [8] Charles S. Barrett. Structure of metals, Mc GRAW-HILL, Seconded, New York, (1952).
- [9] D. R. Cliffe. Technical metallurgy, edition Edward Arnold, London, (1968).

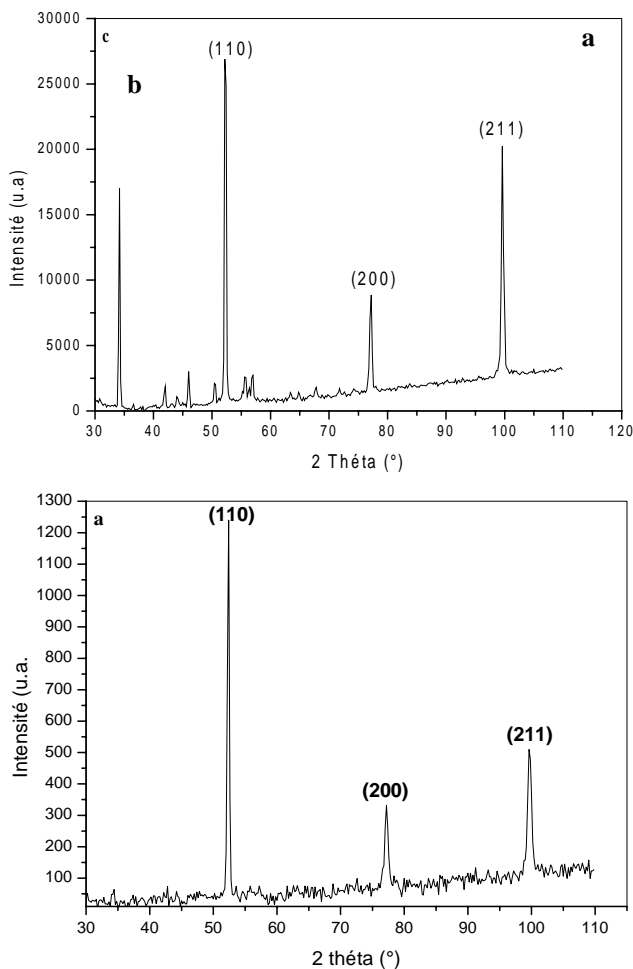


Figure 3 : Spectres de diffraction de rayons X du fil d'acier non tréfilé (a) et tréfilé de 80 % (b).