



Revue des Sciences et Sciences de l'Ingénieur

ISSN 2170-0737

Journal homepage : <http://www.RSSI.lagh-univ.dz>



Effet de la morphologie de la martensite sur le comportement à la corrosion de l'acier dual-phase de nuance X52

OMAR ALLAOUI & SAMI ZIDELMEL

Laboratoire de Génie des Procédés, Département de Mécanique, Université de Laghouat, Laghouat 03000

***Corresponding author:* o.allaoui@mail.lagh-univ.dz

Abstract

The aim of this investigation concerns the effect of martensite morphology on the corrosion behaviour of dual phase microstructure obtained by intermediate quenching (IQ) and step quenching (SQ) of X52 low carbon micro alloyed steels. The IQ treatment results in formation of fine martensite morphology uniformly distributed in the ferrite matrix. In contrast, SQ treatment yields blockly and banded martensite and ferrite morphology. Corrosion resistance was measured by weight loss in 1 N HCl- H₂SO₄ and H₃PO₄ acid solution. The experimental results show that steels with banded microstructures are likely to corrode faster than the steels with finely dispersed microstructures. A carefully conducted comparison of the weigh loss mesurment of the representative samples obtained after immersed in desired acid.

Résumé

Le but de cette étude concerne l'effet de la morphologie de martensite sur le comportement de corrosion de la microstructure dual phase obtenue par traitements thermiques (IQ) et (SQ) de acier micro allié X52. Le traitement IQ permet la formation d'une martensite fine et uniformément distribuée dans la matrice ferritique. En revanche, le traitement SQ donne une structure ferrito-martensitique en bande. La résistance à la corrosion est mesurée par perte de masse dans des solutions acides HCL, H₂SO₄ et H₃PO₄ de 1N. Les résultats expérimentaux prouvent que les aciers avec des microstructures en bande sont susceptibles à se corroder plus rapidement que les aciers avec des microstructures finement dispersées. Une comparaison soigneusement conduite sur la mesure de perte de masse des échantillons représentatifs obtenus après immersion dans chaque acide.

Mots clés: Dual phase steel, Martensite morphologie, Corrosion

1 Introduction

Les aciers Dual Phase (DP) constituent plus de 50% du poids des pièces de structures d'automobiles récentes. Ils sont constitués majoritairement d'une phase ductile, la ferrite et d'une phase dure, la martensite. Ces aciers présentent un bon compromis entre la résistance mécanique et la ductilité. Une bonne résistance à l'endommagement est exigée pour leur utilisation en tant que des pièces de structures et de renfort pour l'automobile [1]. En général, la corrosion affecte une grande partie des installations industrielles à des degrés différents surtout celles fabriquées en matériaux métalliques et ce quelle soit enterrées sous le sol comme les conduites et les pipelines ou exposées directement à l'air ambiant comme le reste des installations [2]. Beaucoup des travaux ont été consacrés durant les dernières

années pour étudier l'influence de la morphologie de la martensite sur les propriétés mécaniques [3]. Par contre, peu de travaux ont été consacrés à l'étude de l'effet de la morphologie de la martensite sur le comportement à la corrosion de ce type d'aciers. Ce travail représente une contribution à l'étude de l'effet de la morphologie de la martensite dans un acier dual-phase sur la résistance à la corrosion dans divers milieux agressifs. L'acier utilisé dans cette étude est le X52 qui est très utilisé dans la fabrication des pipelines, alors que les milieux agressifs choisis pour tester sa résistance à la corrosion sont :

- ✓ L'acide sulfurique H_2SO_4 (1N).
- ✓ L'acide chlorhydrique HCl (1N).
- ✓ L'acide phosphorique H_3PO_4 (1N).

2 Technique expérimentale

Le matériau utilisé dans la présente étude est un acier à haute limite élastique de nuance X52 qui a été produit par la société, ENSIDER Annaba, en Algérie. Cet acier a été reçu sous forme de plaques

de 10 mm d'épaisseur, destinée à la fabrication des pipelines par la société SPA-PIPEGAZ Ghardaïa. La composition chimique de cet acier est donnée dans le tableau 1.

Tab 1 : Composition chimique de l'acier X52

Elements	Fe	C	Mn	Si	S	P	Nb	V	Ti	Al
X 52	Balance	0.12	0.77	0.16	0.001	0.011	0.03	0.05	0.002	0.034

Pour développer une structure dual-phase (ferrite+Martensite) avec différentes morphologies et fraction volumique de la phase martensitique, on a effectué deux traitements thermiques : Traitement (IQ): Intermediate Quenching consiste à un Chauffage à 950 °C pendant 30 minutes suivi d'un refroidissement à l'eau puis un réchauffage à la température intercritique (800 °C) pendant 30 mn suivi d'un refroidissement à l'eau. Traitement (SQ): Step Quenching consiste à un chauffage à 950 °C pendant 30 minutes suivi d'un refroidissement

jusqu'à la température intercritique (800 °C) maintien 30 mn suivi d'un refroidissement à l'eau.

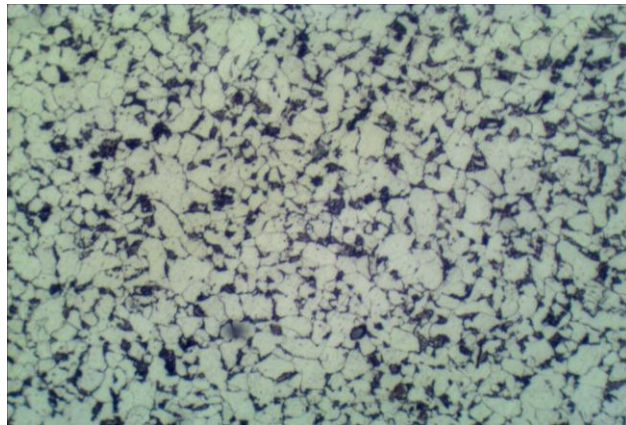
L'étude de corrosion de l'acier X52 a été faite par mesure de perte de masse après chaque traitement effectuée. Pour cela, les échantillons polis sont émergés dans trois acides l'acide sulfurique H_2SO_4 , l'acide chlorhydrique (HCl) et l'acide phosphorique (H_3PO_4). Pour des raisons de comparaison, les trois solutions ont été utilisées à une concentration de 1N. Après chaque temps d'immersion voulu, les échantillons sont pesés à l'aide d'une balance digitale dont la précision est de 10^{-2} .

3 Résultats et Discussions

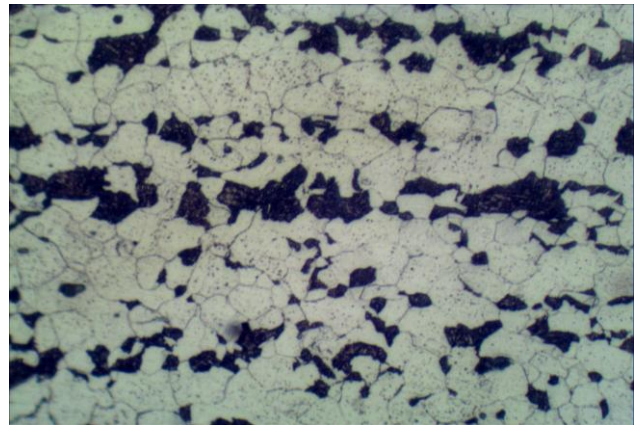
Developpement d'une structure Dual-Phase

La figure (1.a) montre une structure dual-phase, caractérisée par une microstructure qui consiste en une dispersion d'une martensite dure dans une matrice ferritique ductile, obtenue par le traitement IQ. La bonne dispersion des sites de germination favorise l'apparition d'une martensite fine pour la structure dual-phase finale [4]. La transformation martensitique génère de nouvelles dislocations mobiles dans la phase ferritique. La densité des dislocations dans la ferrite augmente avec l'augmentation de la fraction volumique de la martensite. La densité des dislocations est maximale juste à l'interface Martensite-Ferrite, mais diminue au fur et à mesure qu'en s'éloigne de cette interface. La figure (1.b) représente une microstructure (ferrite + Martensite) de l'échantillon qui a subi le

traitement SQ. Cette microstructure présente une morphologie en bande avec une distribution non uniforme des phases. Il est bien noté que la microstructure est complètement austénitique avant d'accéder au domaine intercritique ($\alpha+\gamma$). La germination de la ferrite débute aux joints de grain austénitique, et sa croissance se poursuit à l'intérieur de la matrice austénitique qui résulte à avoir deux régions distinctes de ferrite et d'austénite [5]. Lors de la trempe, les régions d'austénite non transformée se transforment en martensite en gardant la même disposition. La nature en bande de la structure (ferrite+Martensite) influe d'une manière défavorable sur les propriétés mécaniques de nos aciers.



(a) IQ800



(b) SQ800

Fig. 1 : Microstructure Dual Phase d'un acier X52 après les traitements IQ et SQ

Effet du milieu Agressif

La figure (2-a) montre qu'il y a une dissolution sélective dans des zones différentes d'un échantillon de X52 traité par traitement (IQ 800). Ce type de corrosion qui est présenté sous forme spongieuse où le taux de porosité est d'autant plus élevé lorsqu'on se rapproche de la surface de l'échantillon. La figure (2-b) montre une porosité à la surface d'échantillon de l'acier X52 traité par traitement (SQ 800), ce qui nous indique qu'il y a une dissolution sélective. La figure (2-c) peut

facilement nous montrer l'absence de porosités (comme celles observées dans les cas précédents), ce qui nous laisse supposer que le comportement dans l'acide phosphorique est différent que celui observé dans les deux premiers cas. L'observation microscopique nous a permis de constater la formation d'une couche de passivation qui protège l'acier contre la corrosion.

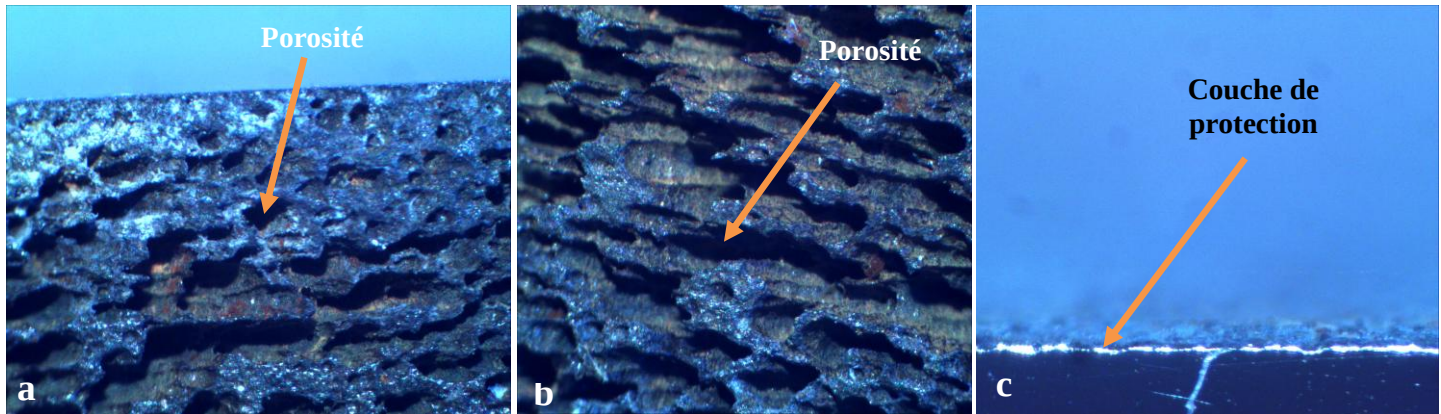


Fig. 2 : Observation par stéréo-microscopique de l'acier X52 (IQ800) après 168 h d'immersion: a) H_2SO_4 , b) HCl , c) H_3PO_4

Effet de la morphologie de la martensite sur la résistance à la corrosion

La figure 3 représente les courbes de la perte de masse enregistrée sur l'acier X52 qui a subi les traitements thermiques (IQ) et (SQ) à $800^{\circ}C$ en fonction de la durée d'immersion dans les trois milieux agressifs : H_2SO_4 , HCl et H_3PO_4 . A partir de ces courbes, nous pouvons constater que le taux de corrosion commence par des valeurs relativement élevées, avant de se stabiliser à partir d'une certaine durée d'immersion. Les résultats obtenus en fonction de la perte de masse, nous permettent de

faire les remarques suivantes : Pour les acides HCl et H_3PO_4 , le traitement thermique IQ présente une meilleure résistance à la corrosion que celle du traitement thermique SQ. Pour l'acide H_2SO_4 le comportement de l'acier est presque le même quel que soit le traitement thermique appliqué. Donc la morphologie de la martensite a une influence sur le comportement à la corrosion des aciers dual-phase.

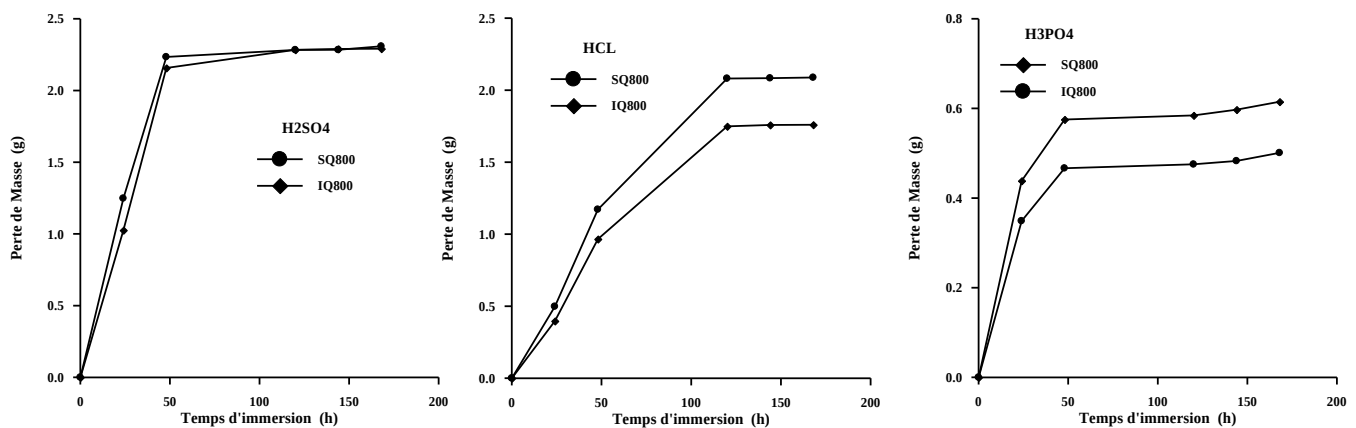


Fig. 3 : Evolution de la perte de masse en fonction du temps d'immersion dans différents acides et traitements thermiques

4 Conclusions

1. L'observation microscopique de aciers X52 immergés dans H_3PO_4 montre la formation d'une couche de passivation, par contre dans HCl et H_2SO_4 , l'acier présente une corrosion sélective.
2. La morphologie de la martensite a une influence sur le comportement à la corrosion de acier dual-phase. Le traitement thermique IQ présente une meilleure résistance à la corrosion que celle du traitement SQ, cela est du à la morphologie de la martensite.
3. Quelque soit le milieu corrosif, le traitement IQ donne une bonne résistance à la corrosion que le traitement SQ

5 Références

- [1] O. Matsumura, Y. Sakuma, Y. Ishii, J. Zhao, ISIJ Int. 32 (1992) 1110.
- [2] J. Y. Koo and G. Thomas: Mat. Sci. Eng., 24 (1976), 187.
- [3] N.J. Kim and G. Thomas: Met. Trans., 12A (1981), 483.
- [4] J.R. Yang and L.J. Chen, J. Mater. Sci. 26 (1991) 889-898
- [5] N. J. Kim, G. Thomas, Met. Trans., 12A, MARCH 1981