

CARACTERISATION MICROSTRUCTURALE ET MECANIQUE, APRES RECHARGEMENT, DE L'ACIER AISI 4130

D. ALLOU¹, N. KHERROUBA²,

1: DMM, CSC, Route de Dély Ibrahim, BP 64, Chéraga – Alger, djilallou@yahoo.fr

2: DMM, CSC, Route de Dély Ibrahim, BP 64, Chéraga – Alger, nabil.kherrouba@yahoo.fr

Résumé :

L'objet de cet article concerne la caractérisation microstructurale et mécanique, après rechargement, de l'acier AISI 4130 par le Nickel (ENiCrFe-3) et par l'acier inoxydable (E309MoL-17 pour la 1^{ère} passe et E316L-17 pour le bourrage et la finition). Afin d'y parvenir, nous avons procédé à l'analyse chimique du métal de base, à une analyse de diffraction des rayons X, des essais de microdureté et à une observation au Microscope optique.

Mots clés : AISI 4130, Caractérisation microstructurale, microdureté, rechargement, Inox, Nickel.

1 Introduction

L'acier AISI 4130 est un acier au carbone faiblement alliés. On l'utilise dans l'industrie du forage, et plus précisément dans les BOP (Blow Out Preventer) bloc d'obturation du puits. Ce sont des valves de sécurité utilisées sur les appareils de forage, installés en surface, ils sont les derniers recours en cas d'éruption sur un puits. Ils sont testés tous les 15 jours à des pressions allant de 5000 psi à 15 000 psi (345 bars à 1035 bars) [1].

L'avantage de cet acier est qu'il a une bonne résistance au fluage ainsi qu'une bonne résistance à la fatigue et à l'usure, avec une limite de rupture élevée [2].

Mais sous l'effet de la rotation de la chaleur des frottements, il subit plusieurs agressions allant de l'arrachement de la matière à la fissuration sans oublier la fatigue thermique [3].

Pour augmenter la durée de vie de cet outil, et afin de le rentabiliser, on procède lors de son dommage au rechargement, par l'acier inoxydable pour la partie supérieure soumise à la corrosion, et par le nickel pour la partie inférieure qui subit des contraintes mécaniques. C'est ainsi qu'on se propose d'étudier ces évolutions microstructurales.



2 Procédure expérimentale

Les échantillons utilisés dans ce travail ont été découpés sous forme rectangulaire à partir de tôles soudées suivant deux procédures de rechargement distinctes (voir tableau 1).

Pour cette étude, nous avons réalisé deux rechargements une pièce en acier inoxydable austénitique et la 2^{ème} au Nickel sur un substrat en acier faiblement allié dont la composition chimique est donnée dans le tableau 2.

Tableau 1 – Paramètres de soudage des rechargements réalisés

		A	B
Métal de base		AISI 4130	AISI 4130
Epaisseur utilisé		25 mm	25 mm
procéder de soudage		SMAW	SMAW
Type		Manuel	Manuel
Métal d'apport	Classification	AWS 5.11	AWS 5.4
	1 ^{ère} passe	ENiCrFe-3	E 309 MoL-17
	Bourrage/ finition	ENiCrFe-3	E316L-17
Position de soudage		1G	1G
Préchauffage	T° de préchauffage	232°C	204 °c
	T° d'interpasse max	371°C	282 °c
courant		DC +	DC +
polarité		Ep	Ep
Ampérage (A)		50 -200	50 -200
Voltage (V)	1er passe		23 -26
	Bourrage /Finition	21 -28	25 -28
vitesse de soudage	1 ^{ère} passe	75-98 mm/min	75 -98 mm/min
	Bourrage /Finition	115 -125 mm/min	115 -125 mm/min
Traitement Thermique		637°C +- 25 °C	637°C +- 25 °c
Temps		3h	3h

Tableau 2 – composition chimique du métal de base (AISI 4130).

	C	Mo	Si	Mn	Cr	p	s
Minimum spécifié	0,28	0,15	0,15	0,4	0,8	xx	xx
Maximum spécifié	0,32	0,25	0,3	0,6	1,1	0,01	0,01
Mesuré	0,3	0,23	0,28	0,56	1,04	0,01	0,01

Une fois découpés, les échantillons ont, ensuite, été enrobés à froid puis polis et enfin attaqué chimiquement, Nous avons utilisé afin de pouvoir révéler les différentes phases existantes l'attaque suivante :

- Nital : (1ml d'acid nitric, 99 ml d'alcool ethyl) pour révéler la microstructure du métal de base

3 Résultats et interprétations

3.1 Etat macroscopique lors de l'opération de rechargement

L'état macroscopique des deux rechargements réalisés est illustré dans la figure 1.

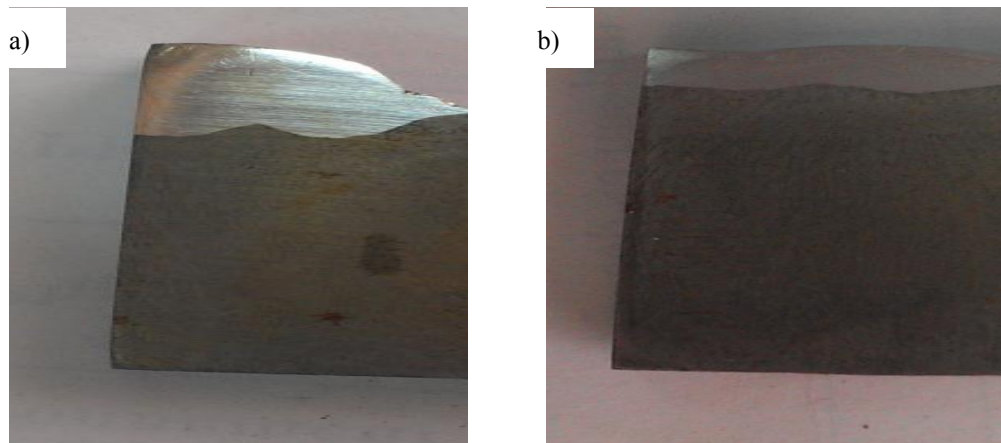


Figure 1 : Macrographie des rechargements réalisés :a) rechargement en acier inoxydable austénitique, b) rechargement en Nickel

3.2 Etat microstructural des rechargements réalisés

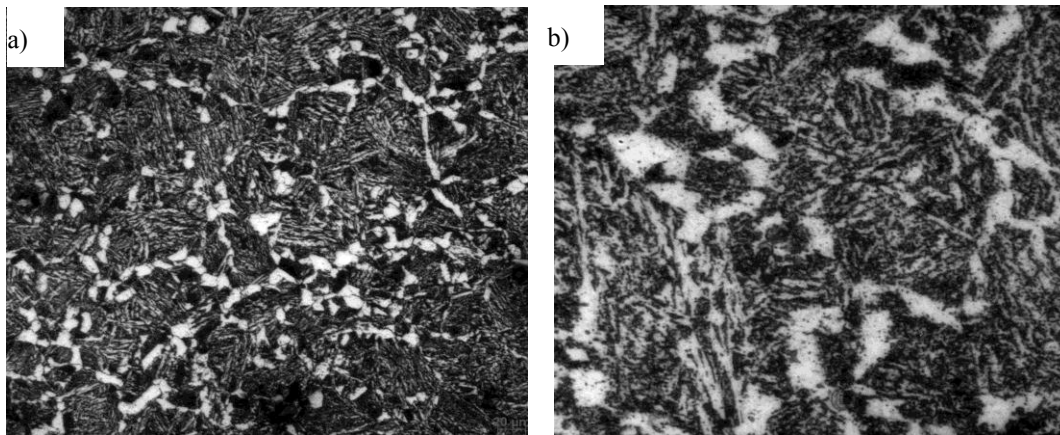


Figure 2 : Microstructure du métal de base : a) $\times 200$, b) $\times 500$

La microstructure observée dans la figure 2 est typique d'un acier au carbone faiblement allié. En effet, nous remarquons la présence de grains ferritiques en couleur claire et de lamelles de perlite (ferrite + cémentite) de couleur plus foncée.

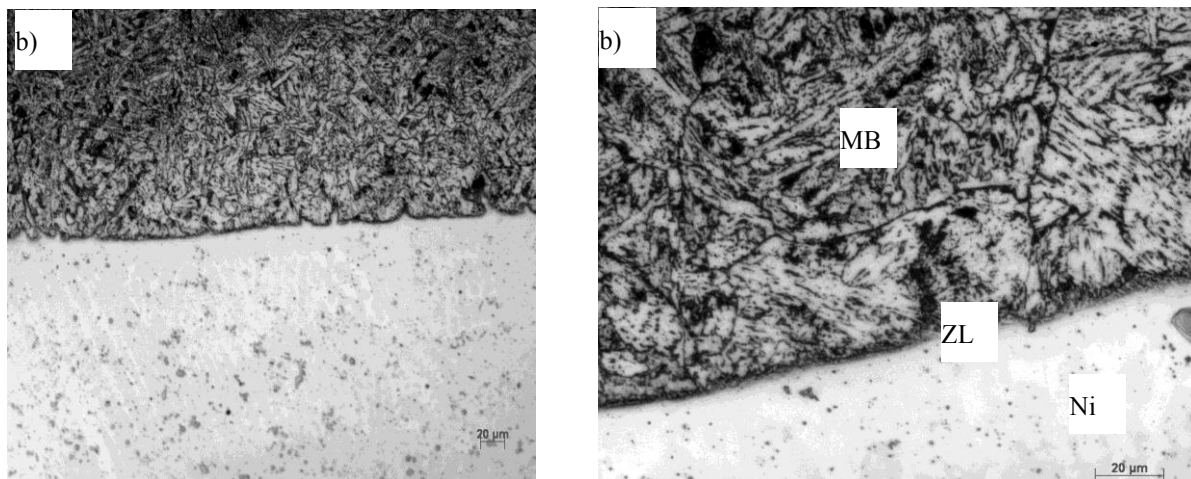


Figure3 : Image illustrant les trois zones du rechargement en Nickel : a) $\times 200$, $\times 500$

3.3 Evolution de la microdureté

Nous regroupons dans la figure 4 les résultats des mesures de microdureté effectuées sur les rechargements.

Nous observons que la zone de liaison présente les valeurs de microdureté les plus élevées. Ceci peut être dû au fait qu'au niveau de cette zone, il y a accumulation de défauts (générés par l'hétérogénéité des deux rechargements réalisés) et de contraintes. Nous remarquons, aussi, que l'acier inoxydable austénitique présente des valeurs de microdureté plus élevées que celles du nickel.

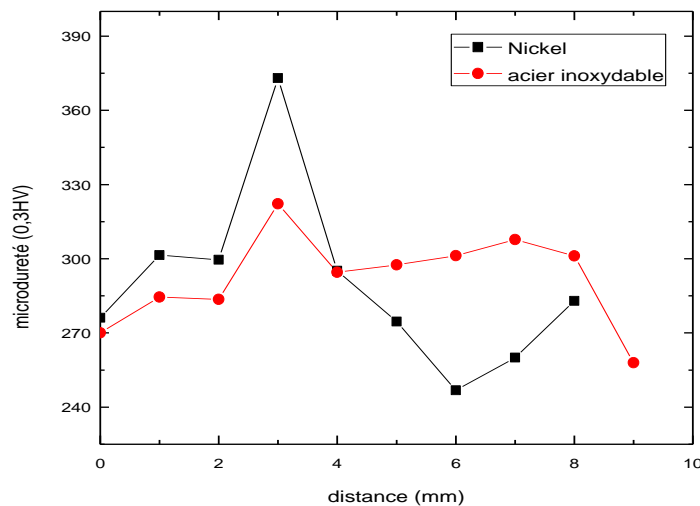


Figure4 : Evolution de la microdureté dans les deux rechargements réalisés

3.4 Diffractions des Rayons X

Les résultats de diffraction des rayons X sont regroupés dans les figures 5, 6 et 7.

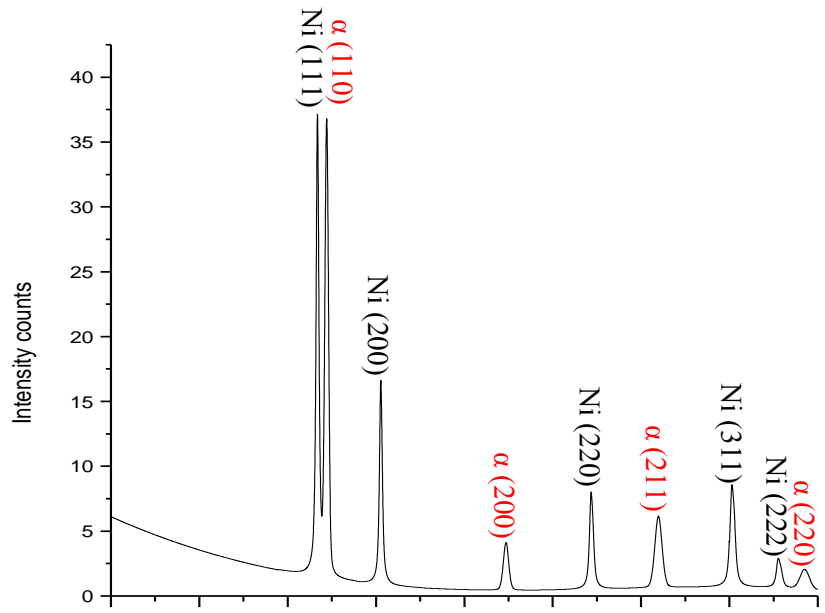


Figure5 : Résultats de la diffraction des rayons X dans l'échantillon rechargé avec du Nickel

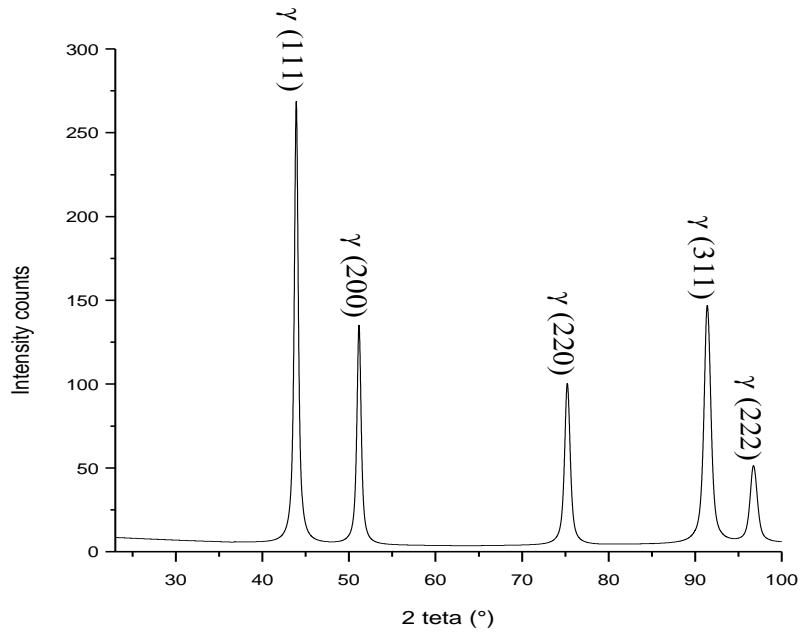


Figure6 : Résultats de la diffraction des rayons X du rechargement en acier inoxydable austénitique

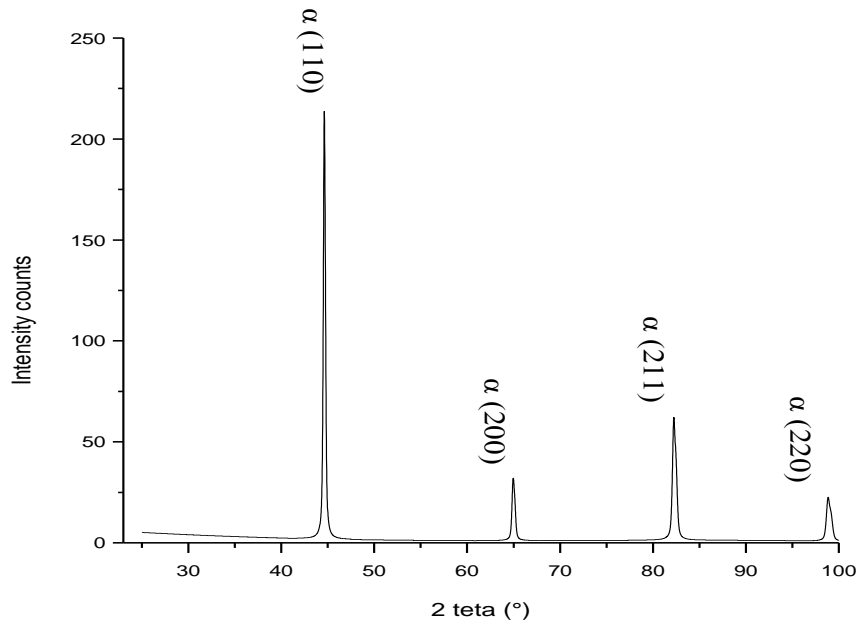


Figure7 : Résultats de la diffraction des rayons X du métal de base

L'indexation des différents pics des diffractogrammes a été effectuée en utilisant le logiciel MAUD, elle permet de mettre en évidence les différentes phases existantes dans les différentes zones des rechargements réalisés.

4 Conclusion

Les résultats obtenus à partir de ce travail nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

- L'opération de rechargement conduit à l'apparition de trois zones (MB, ZL et ZF). Ces zones sont différentes d'un point de vue microstructural.
- La microdureté varie avec la position dans le rechargement. Ainsi, la ZL présente les valeurs de microdureté les plus élevées, l'acier inoxydable austénitique présentant une microdureté plus importante que celle du Nickel.
- La diffraction des rayons X a permis de mettre en évidence les différentes phases présentes dans les rechargements réalisés.



Références

- [1] Blow Out Preventer, http://fr.wikipedia.org/wiki/Blow_Out_Preventer.
- [2] Fonderie HEGI SA, fiche technique, fonte de précision.
- [3] Process spécification, (Weatherford), févr, 2011.