

## ETUDE DU COMPORTEMENT A LA CORROSION DE L'ALLIAGE Ti-3Mo ANODISE DANS L'ACIDE ACETIQUE, PROPRIETES CONDUCTRICES DANS SBF.

Hassiba BOUCHEMEL<sup>1</sup> et Abdelkader BENCHETTARA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculté d'Hydrocarbure et de Chimie, Université de M'Hamed Bougara, UMBB, Boumerdes.

<sup>2</sup> Laboratoire d'Electrochimie Corrosion -Métallurgie et Chimie Minérale, Faculté de chimie BP32 El Alia Bab Ezzouar 16079 Alger

E-Mail: [bouchemelhassiba@gmail.com](mailto:bouchemelhassiba@gmail.com)

E-mail: [bbenchettara@hotmail.com](mailto:bbenchettara@hotmail.com)

### INTRODUCTION

Le titane et ses alliages sont des matériaux intéressants pour les implants orthopédiques, les implants dentaires et les dispositifs médicaux [1]. Leur résistance à la corrosion et la biocompatibilité dans l'environnement du corps humain sont dues à la formation d'un film passif sur leur surface, consistant essentiellement en TiO<sub>2</sub> [2]. Pour améliorer la résistance à la corrosion de titane, des alliages sont élaborés par l'ajout de différents éléments comme Mo. Cet article décrit le comportement électrochimique et les propriétés conductrices du binaire Ti-3Mo dans une solution de SBF (Simulated Body Fluid) après une anodisation dans l'acide acétique, à 37° C.

### PROCEDURE EXPERIMENTALE

Le binaire Ti-3Mo est mécaniquement polis avec du papier abrasif de différentes granulométries. La composition de la solution SBF utilisée est : NaCl : 8 g/l ; NaHCO<sub>3</sub> : 0,350 g/l ; KCl : 0,40 g/l ; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> : 0,60 g/l ; NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O: 0.06 g/l; MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O: 0.10 g/l ; MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O: 0.06 g/l; CaCl<sub>2</sub>: 0.14 g/l; glucose: 1g/l. Dans ce travail, le matériau a été immergé dans CH<sub>3</sub>COOH 1N, à 37° C, ensuite, il est polarisé dans la même solution corrosive à 1,5 V vs. ECS pour différentes durées d'anodisation (une gamme de 30 à 300 min). Le film d'oxyde fraîchement préparé a été lavé avec de l'eau distillée et rapidement immergé dans une solution de SBF. Enfin, l'OCP du matériau a été enregistré dans SBF et suivie soit par la technique de la polarisation potentiodynamique, soit par SIE. Deux chaînes de mesure électrochimique PGZ 301 et PGP 201, de marque Voltalab Radiometer Analytical, pilotée par le logiciel Volta Master 4.0 a été utilisée pour l'ensemble des méthodes électrochimiques utilisées au cours de ce travail. Les données obtenues en termes de Nyquist et de Bode ont été interprétées et peuvent être modélisés selon un circuit équivalent à l'aide d'un logiciel ZView de Version 2.3d. L'état de surface des échantillons étudiés a été caractérisé au moyen de la microscopie électronique à balayage (MEB) (couplé à l'EDX) de type (JEOL JSM-6360).

### RESULTATS ET DISCUSSION

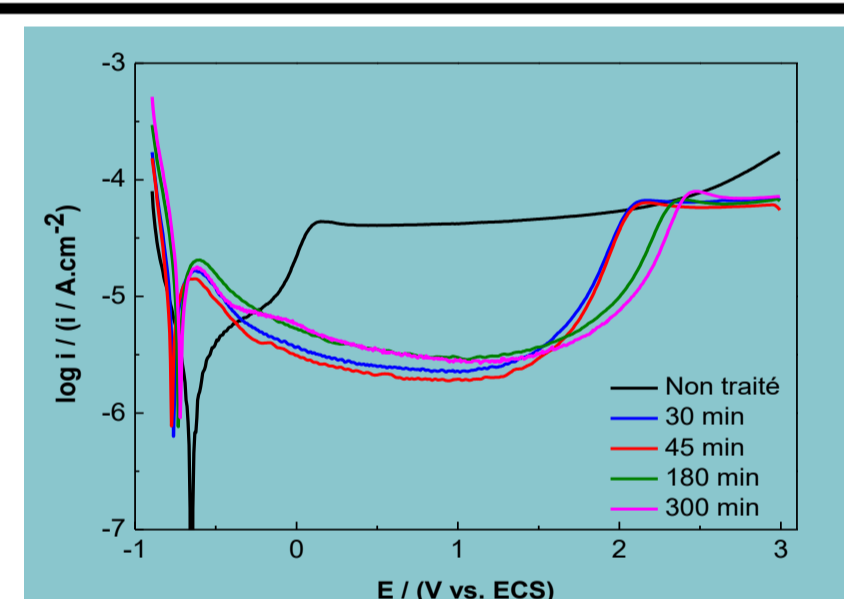


Figure 1 : Courbes de polarisation potentiodynamique du binaire Ti-3Mo dans SBF, anodisés 1,5 V dans CH<sub>3</sub>COOH 1N pour différentes durées d'anodisation, à 37° C.

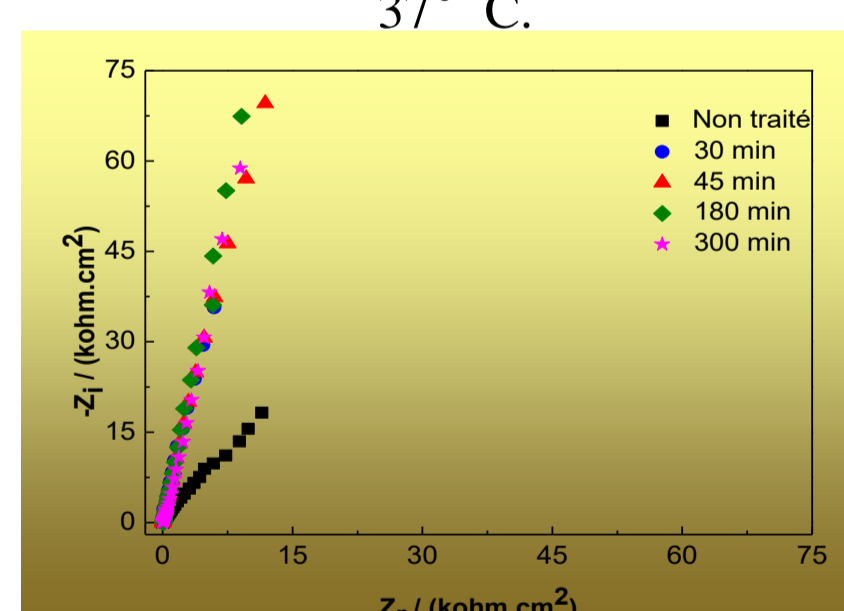


Figure 2 : Diagrammes de Nyquist relatifs à l'échantillon dans SBF, anodisés à 1,5 V dans CH<sub>3</sub>COOH 1N pour différentes durées d'anodisation, à 37° C.

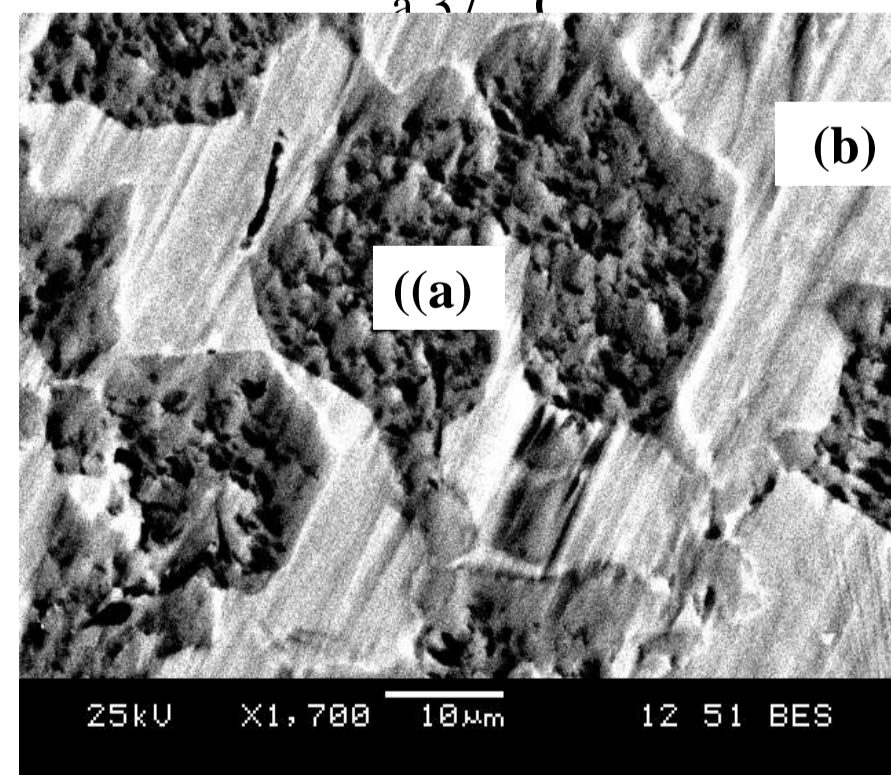


Figure 3 : Micrographie MEB de Ti-3Mo anodisé pendant 45 min dans CH<sub>3</sub>COOH 1N.

Les courbes de polarisation montrent que les surfaces anodisées, présentent un palier de passivation quelque soit la durée du traitement. Du côté cathodique, les courants ne varient pas avec le temps d'anodisation. Par ailleurs, on note un plus large plier de passivation pour les films formés durant 3 et 5 h. Ces deux paliers de passivation s'étendent jusqu'à 2 V/ECS; au-delà de ce potentiel un deuxième palier apparaît jusqu'à 3V précédé par un deuxième pic actif-passif.

Les diagrammes de Nyquist, sont constitués de droites pour toutes les durées d'anodisation. Une seule constante de temps peut être détectée sur les spectres relatifs au 30 et 45 min, alors que pour les longues durées deux constantes de temps sont enregistrées.

Tableau 1. Paramètres électrochimiques déduits de la méthode des impédances du binaire

Ti-3Mo dans SBF, anodisés à 1,5 V dans CH<sub>3</sub>COOH 1N, à 37° C.

Temps /(min)	30	45	180	300
$R_s / (\Omega \text{ cm}^2)$	16,75±0,12	16,98±0,10	47,7±0,38	14,88±0,25
$Q_b / (F \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{n-1})$	(2,23±0,02)10 <sup>-5</sup>	(2,14±0,01)10 <sup>-5</sup>	(4,38±0,03)10 <sup>-5</sup>	(2,62±0,03)10 <sup>-5</sup>
$n_b$	0,91±0,01	0,91±0,01	0,77±0,01	0,85±0,01
$R_p / (k\Omega \text{ cm}^2)$	-	-	1,98±0,35	8,84±7,77
$Q_p / (F \text{ cm}^{-2} \text{ s}^n)$	-	-	(4,52±0,18)10 <sup>-5</sup>	(3,92±1,41)10 <sup>-5</sup>
$n_p$	-	-	0,92±0,03	0,91±0,11
$-\phi_{\text{max}} (^\circ)$	82,86	82,67	72,58	81,92
	5,88 10 <sup>-3</sup>	4,36 10 <sup>-3</sup>	5,64 10 <sup>-3</sup>	2,01 10 <sup>-2</sup>

Pour 3h, le CPE le plus élevé, le facteur d'homogénéité qui s'écarte le plus de l'unité (0,77) ont été enregistrés. Nous observons également que la capacité, après 45 min d'anodisation, est la plus petite ce qui correspond à l'épaisseur la plus élevée du film.

Figure 4: Spectres d'analyse EDS relatifs aux deux régions (a et b) de la micrographie

Une corrosion sélective est observée dans zone riche en Ti (pauvre en Mo). L'addition de Mo a un effet bénéfique et améliore la qualité de protection de la couche de passivation.

### CONCLUSION

Les résultats obtenus au moyen des trois techniques électrochimiques, sont en bon accord les uns avec les autres et confirment que l'alliage Ti-3Mo donne une bonne résistance à la corrosion dans SBF naturellement aéré à 37° C. Bien que la solution SBF est un milieu très agressif par la présence des chlorures, le matériau présente la meilleure protection vis-vis à la corrosion. Cette bonne résistance est assurée par la formation de l'oxyde de titane TiO<sub>2</sub>. L'observation du MEB sur Ti-3Mo après anodisation, montre la présence d'une corrosion sélective où c'est la zone pauvre en Mo avant traitement qui a subi toute seule la corrosion.

[1]: H. Bouchemel, A. Benchettara, Mater. Chem. Phys., **2009**,115, 572–577.

[2]:W.A. Badawy, A.M. Fathi, R.M. El-Sherief, S.A. Fadel-Allah, J. Alloys Compd., **2009**, 475, 911–916.