



Lahouari MRAH^{1,2,*}, Zoulikha KHIATI³

¹Laboratoire de Chimie des Polymères (LCP), Faculté des sciences exactes et appliquées, Université Oran1 Ahmed Ben Bella, El-Mnaouer, BP 1524, 31000 Oran, Algeria.

²Ecole supérieure en génie électrique et énergétique d'Oran, BP64, ACHABA HANIFI, USTO, Oran, Algeria.

³Département de chimie-physique, Faculté de chimie, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran, M. Boudiaf, BP 1505 El M'naouar, 31000 Oran, Algeria.

Email* : lmrah@yahoo.fr

INTRODUCTION

Le cuivre se caractérise par la bonne résistance à la corrosion. Cette propriété destine ce matériau à des utilisations en milieu marin, comme la protection des coques de navires, les unités de dessalement et aussi dans les centrales thermiques qui utilise l'eau de mer comme réfrigérant. Cependant, la présence de certaines espèces corrosives comme les chlorures ou les sulfates dans le milieu marin, provoque la dégradation du matériau et par suite la mise hors service de certaines installations.

RESULTATS ET DISCUSSION

Courbes de polarisation

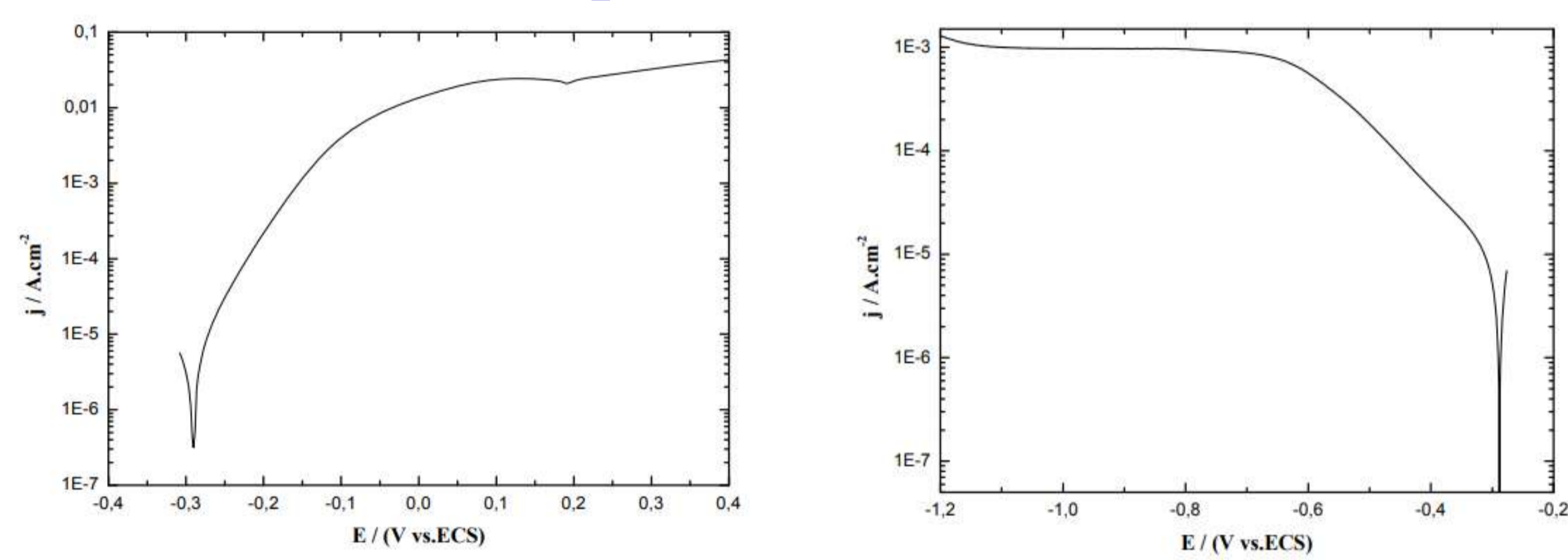


Figure 1 : Courbe de polarisation anodique d'une électrode de cuivre après 1 heure d'immersion dans NaCl 3% aéré, $v = 1$ mV/s, $\Omega = 1000$ tpm.

Figure 2 : Courbe de polarisation cathodique d'une électrode de cuivre après 1 heure d'immersion dans NaCl 3% aéré, $v = 1$ mV/s, $\Omega = 1000$ tpm.

Le mécanisme de dissolution **anodique** en présence de chlorure :

- Formation de CuCl (espèce adsorbée) entre le potentiel de corrosion et 0,1 V/ECS
- Dissolution du cuivre sous forme d'ions CuCl_2 , puis dissolution d'espèces de Cu(II) pour des potentiels plus anodiques. Cette réaction est sous contrôle mixte activation-diffusion.

Sur la branche **cathodique**, on observe une variation sensiblement linéaire de -0,3 V/ECS à -0,6 V/ECS, traduisant l'existence d'un domaine contrôlé par la cinétique puis entre -0,65 à -1,2 V/ECS un palier de diffusion attribué au transport du dioxygène dissous vers l'électrode.

Tableau 1 : Paramètres électrochimiques

Electrolyte	E_{corr} V/ECS	j_{corr} A.cm ⁻²	V_{corr} µm.an ⁻¹	R_p Ω.cm ²
NaCl 3%	-0,29	$9,4 \times 10^{-6}$	112	2118

Spectroscopie d'impédance électrochimique au potentiel E_{corr}

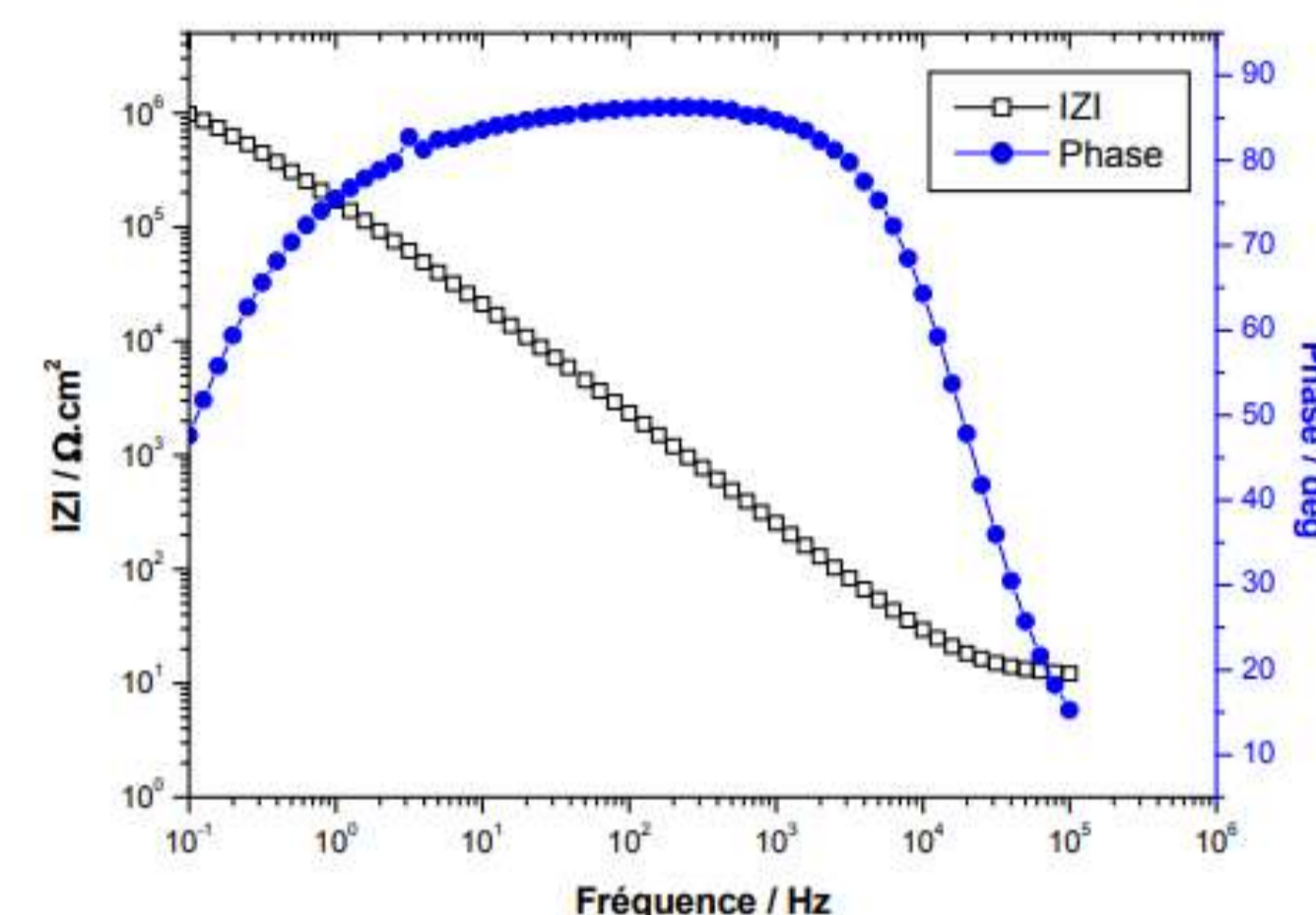


Figure 3 : Diagramme d'impédance en représentation de Bode, à E_{corr} , d'une électrode de cuivre après 1 heure d'immersion dans NaCl 3% aéré, $\Omega = 1000$ tpm.

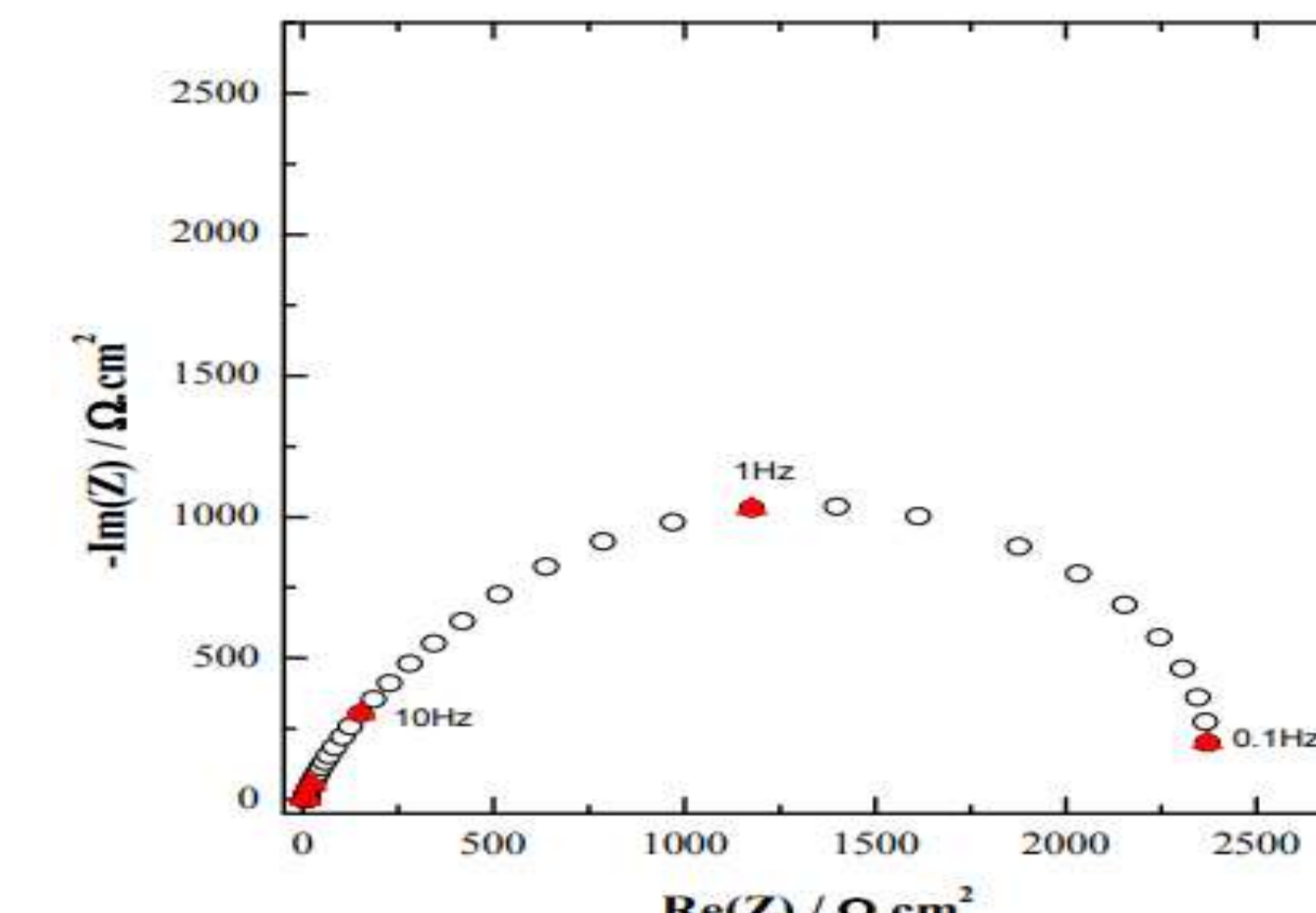


Figure 4 : Diagramme d'impédance en représentation de Nyquist, à E_{corr} , d'une électrode de cuivre après 1 heure d'immersion dans NaCl 3% aéré, $\Omega = 1000$ tpm.

Les diagrammes d'impédance électrochimique se caractérisent par deux constantes de temps (figure 3). La boucle basse fréquence (BF) est associée à un phénomène diffusionnel en solution. La boucle haute fréquence (HF) est attribuée au transfert de charge accompagnant la dissolution du cuivre. L'intersection du diagramme de Nyquist avec l'axe des réels obtenu par extrapolation à fréquence nulle donne une valeur de R_p de l'ordre de $2300 \Omega \cdot \text{cm}^2$ (figure 4).

Microscopie électronique à balayage et analyse EDS

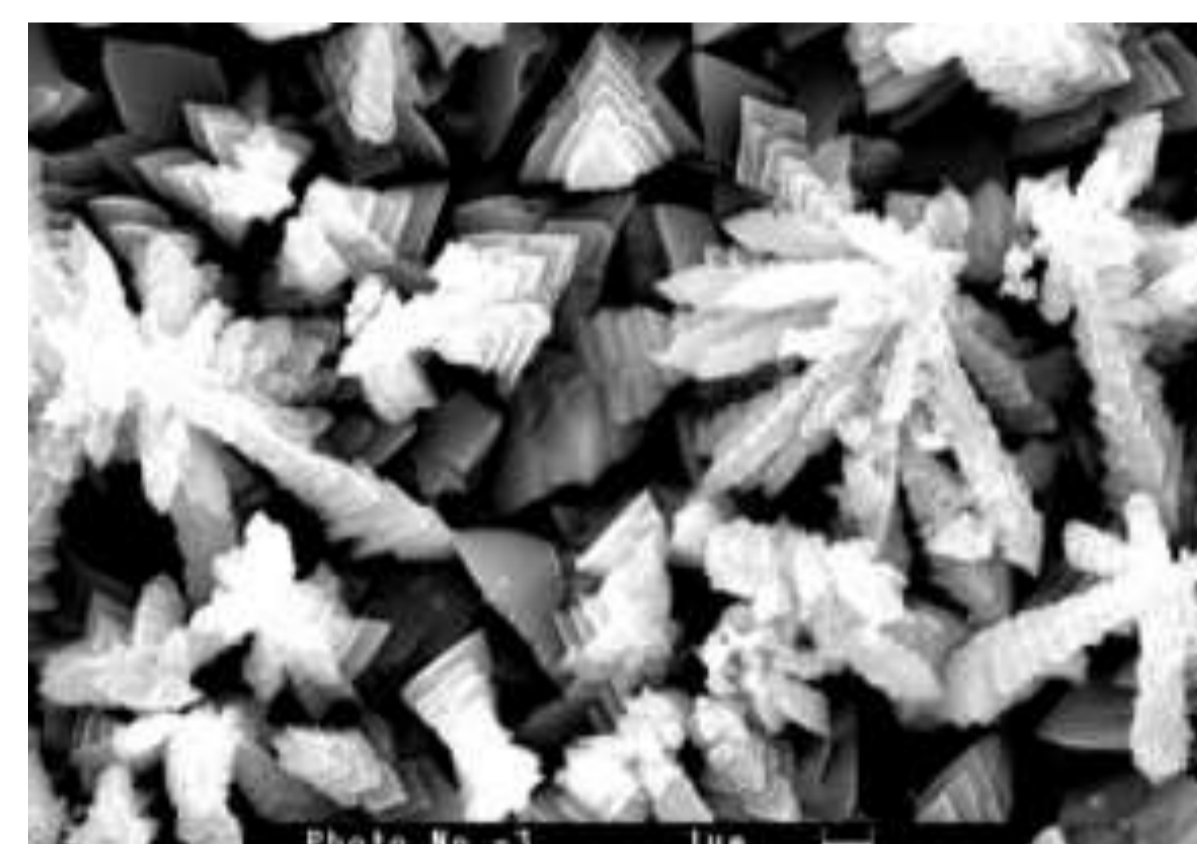


Figure 5 : Observation au MEB d'une électrode de cuivre après 46 heures d'immersion dans NaCl 3% avec une électrode tournante à $\Omega = 1000$ tpm.

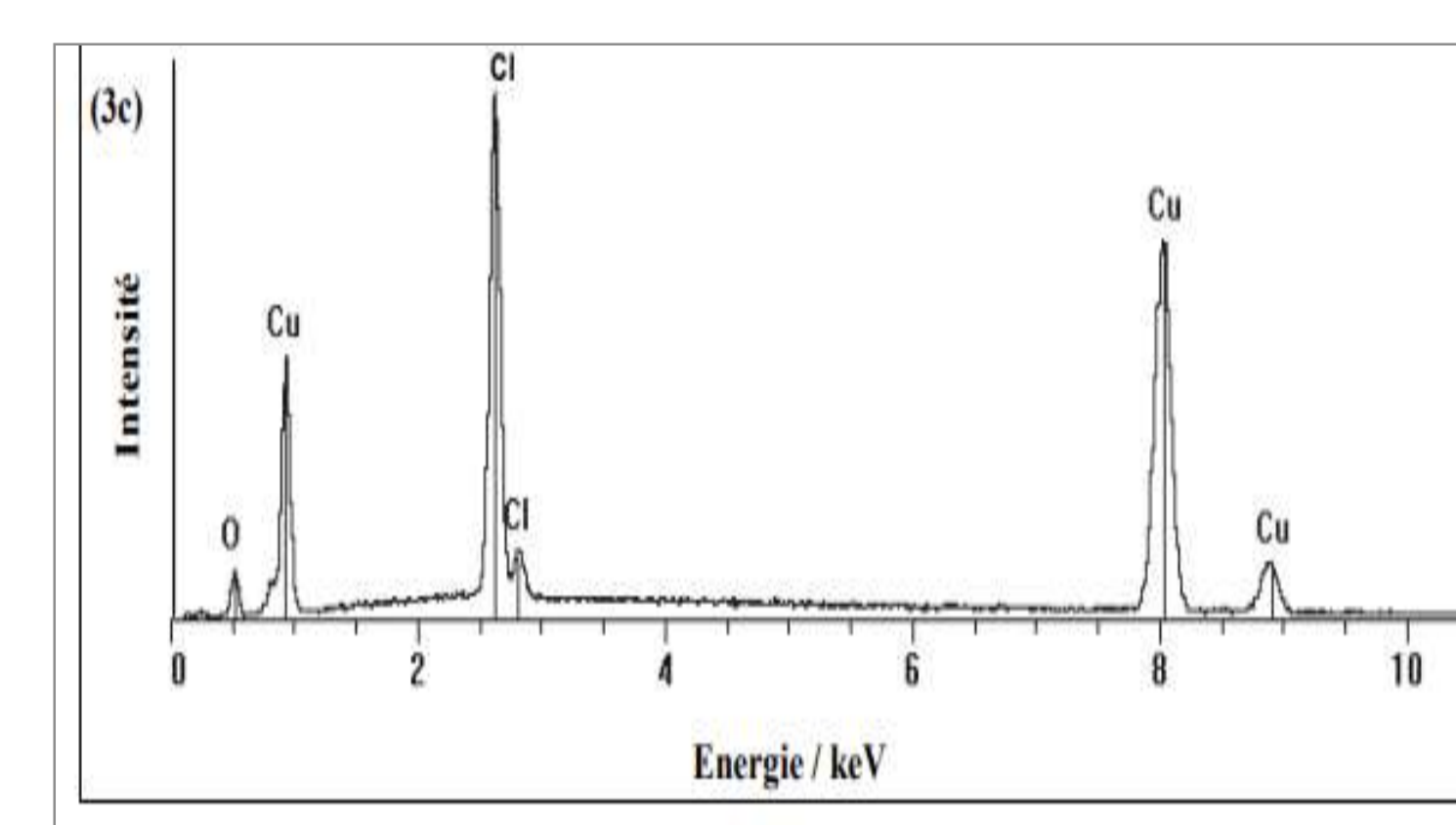


Figure 6 : Spectres EDS de la surface du cuivre après 46 heures d'immersion dans une solution de NaCl 3% aérée avec une électrode tournante.

- ❑ **L'observation au MEB** de l'électrode montre une attaque de la surface sous les produits de corrosion. La morphologie est un agglomérat de grains dont les formes sont moins bien définies. La figure 5 révèle une microstructure dendritique de la surface de l'électrode de cuivre immergée 46 heures et montre une dégradation de cette dernière.
- ❑ **L'analyse EDS** montre la présence des pics des éléments cuivre à 0,93 et 8,05 keV, chlore à 2,62 keV et oxygène à 0,5 keV sur la surface de l'électrode de cuivre tournante. Les produits de corrosion formés lors de la rotation d'une électrode de cuivre à 1000 tpm sont le CuCl , CuCl_2 , l'atacamite ($\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$) et Cu_2O (figure 6).

CONCLUSION

Cette étude montre combien la corrosion est un phénomène complexe et dépend de la nature du milieu corrosif. L'une des difficultés de l'étude de l'interface cuivre-solution électrolytique (NaCl 3%) réside dans l'existence à la surface du métal d'un ou plusieurs oxydes se formant spontanément à l'air. Les évolutions simultanées des différents paramètres ne sont pas indépendantes : les oxydes et les hydroxydes de cuivre évoluent sur la surface et influent sur le mécanisme de réduction de l'oxygène et sur la réaction anodique. Quoiqu'il en soit, nous avons apporté des précisions importantes sur le comportement du cuivre en milieu chlorure neutre.

REFERENCES

- [1] Z. Khiati, A. A. Othman, M. Sanchez-Moreno, M. C. Bernard, S. Joiret, E. M. M. Sutter, & V. Vivier, *Corr. Sci.*, **2011**, 53(10), 3092-3099.
[2] D. Landolt « Corrosion et chimie des surfaces des métaux » Presses polytechniques et universitaires Romandes, **1993**.