

ETUDE DU COMPORTEMENT ELECTROCHIMIQUE DES LIGANDS ET DE LEURS COMPLEXES PAR VOLTAMÉROMETRIE CYCLIQUE

Le comportement électrochimique des ligands bases de Schiff portant des ponts différents (éthylène et oxygène) et de leurs complexes de cuivre (II) et de cobalt (II) a été effectué sur des solutions des composés étudiés dans le milieu DMF-TBAP (0.1 M) sur électrode de platine ($d = 2\text{mm}$). Les potentiels sont mesurés par rapport à une électrode de référence au calomel saturé. La vitesse de balayage des potentiels est généralement de 0.1 V/s.

I. Comportement électrochimique des Ligands dérivés du 3-carboxaldéhydethiophène

I.1. Ligand 4,4'-bis[3-carboxaldéhydethiophène] diphenyle diimino éther (L_1)

Le voltampérogramme cyclique du ligand L_1 ($C_{22}H_{16}ON_2S_2$), enregistré sur une plage de tension comprise entre -1.80 et +1.80 V/ECS, à une vitesse de balayage de 0.1V/s, à une concentration de 2.10^{-3} M, révèle un seul pic cathodique vers -0.82 V/ECS correspondant à la réduction de la fonction imine ($CH=N$) [97, 98] et un pic anodique vers +1.38 V/ECS attribué à l'oxydation du groupement thiophène en radical cation [99, 100] (figure 1). Les mécanismes correspondants sont représentés ci-dessous.

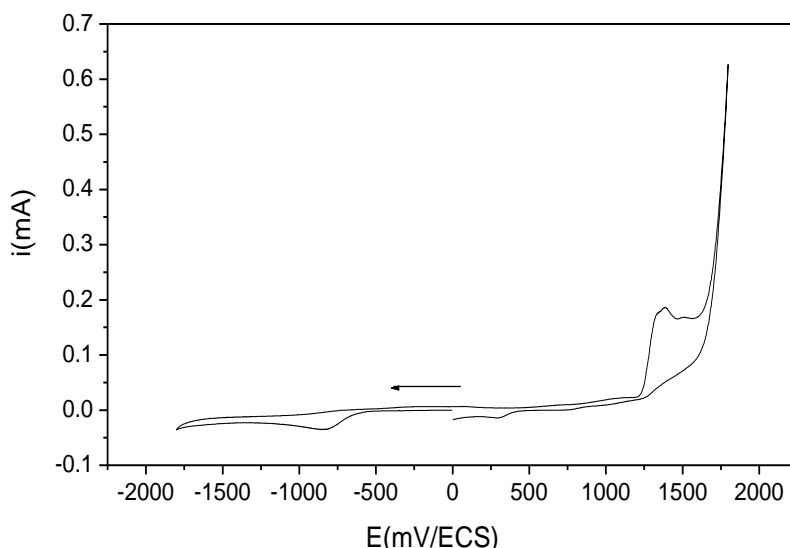
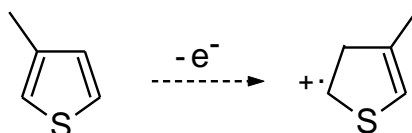


Figure 1: Voltampérogramme cyclique du ligand L_1 (2.10^{-3} M) enregistré entre -1.8 et 1.8 V/ECS dans le DMF-TBAP(0.1M), $v = 0.1$ V/s, E_T : pt.

-Mecanisme de la réduction de la fonction imine :



-Mécanisme de l'oxydation du groupement thiophène :



I.2. Ligand 4,4'-bis [3-carboxaldéhydethiophène] diphényle diimino éthane) L₂

L'étude du comportement électrochimique du ligand **L₂** (C₂₄H₂₀N₂S₂) (2.10⁻³ M), à été effectuée dans le domaine de potentiel allant de -1.8 et +1.8 V/ECS, à une vitesse de balayage 0.1 V/s. On constate un pic cathodique vers -0.87 v/ECS correspondant à la réduction de la fonction imine [97] et un pic anodique vers +1.10 V/ECS attribué à l'oxydation du groupement thiophène [99] (figure 2).

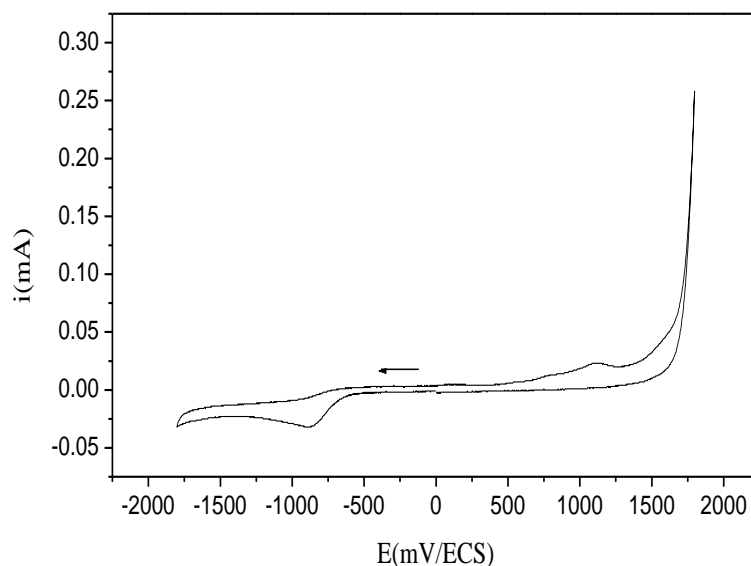


figure 2: Voltampérogramme cyclique du ligand **L₂**(2.10⁻³ M) enregistré entre -1.8 et 1.8 v/ECS dans le milieu DMF-TBAP(0.1M), $v = 0.1$ V/s, E_T : pt.

I.3. Comportement électrochimique des complexes du ligand L₁

I.3.1. Complexe de cuivre CuL₁: [Cu (L₁) (NO₃)₂].3H₂O

Le comportement électrochimique du complexe de cuivre (2.10^{-3} M), présente deux pics cathodiques à -1.45 et à $+0.16$ V/ECS et trois pics anodiques situés respectivement à -0.05 V, $+0.45$ et $+1.19$ V/ECS (figure 3). Le pic observé à 1.19 V est dû à l'oxydation du groupement thiophène du ligand complexé, le pic quasiréversible observé à $+0.45$ V/ECS correspond à l'oxydation du Cu^{II} en Cu^{III} et qui se réduit à $+0.16$ V/ECS [101, 102] (figure 4). Le pic anodique observé à -0.05 V/ECS est dû à la réoxydation du cuivre déposé lors de sa réduction observé à -1.45 V en cuivre (II) [103, 104]. Le pic observé à -0.2 V/ECS dès le deuxième cycle est dû à la réduction de groupement oxydé à 1.19 V. La limitation du domaine de balayage a permis de mettre en évidence le système $\text{Cu}^{\text{II}}/\text{Cu}^{\text{III}}$ quasiréversible. Ce dernier croît avec la vitesse de balayage. Le tracé du potentiel du pic anodique en fonction du logarithme décimal de la vitesse de balayage de potentiel $E_{pa} = f(\log v)$ est une courbe, alors que la variation de courant de pic d'oxydation en fonction de la racine carré de la vitesse de balayage de potentiel $I_{pa} = f(v^{1/2})$ est une droite (figure 5), ce qui confirme que le processus est quasiréversible.

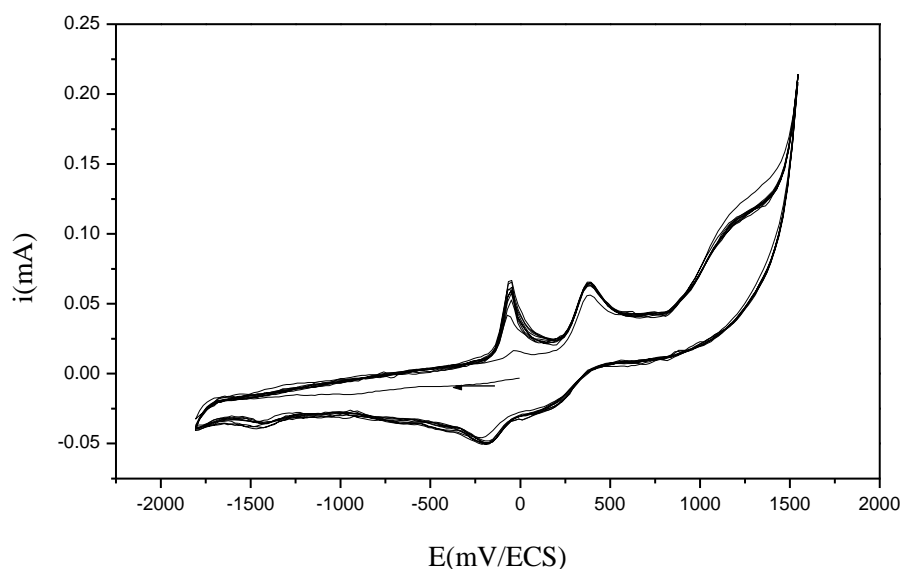


Figure 3: Evolution du voltampérogramme cyclique du complexe de cuivre (10^{-3} M) en fonction de nombre de cycle dans DMF-TBAP (0.1 M), enregistré entre -1.8 et 1.8 V/ECS, $E_T = pt.$

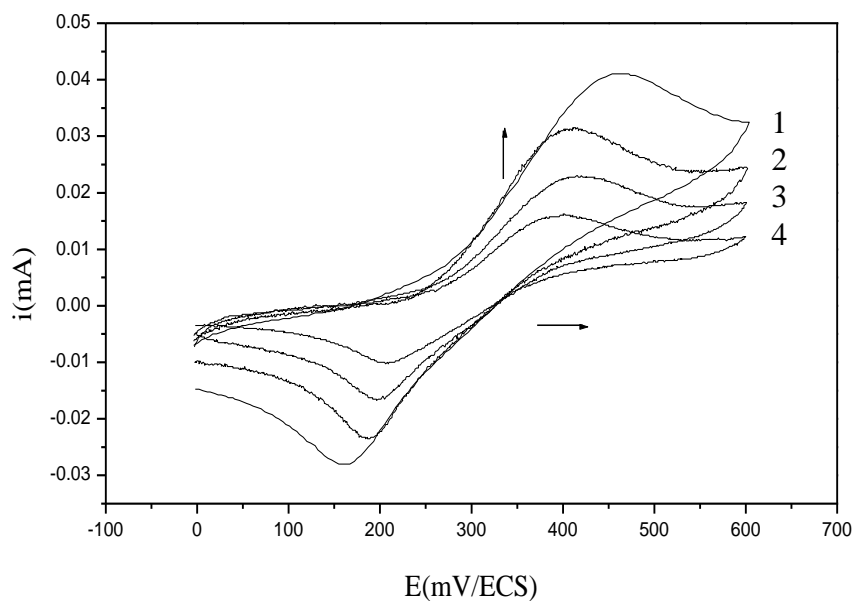


Figure 4 : Evolution des voltampérogrammes cyclique de l'oxydation du complexe de cuivre ($10^{-3}M$) dans DMF-TBAP (0,1M), en fonction de la vitesse de balayage.(1) : 100, (2) : 50, (3) : 25, (4): 10 mV/s.

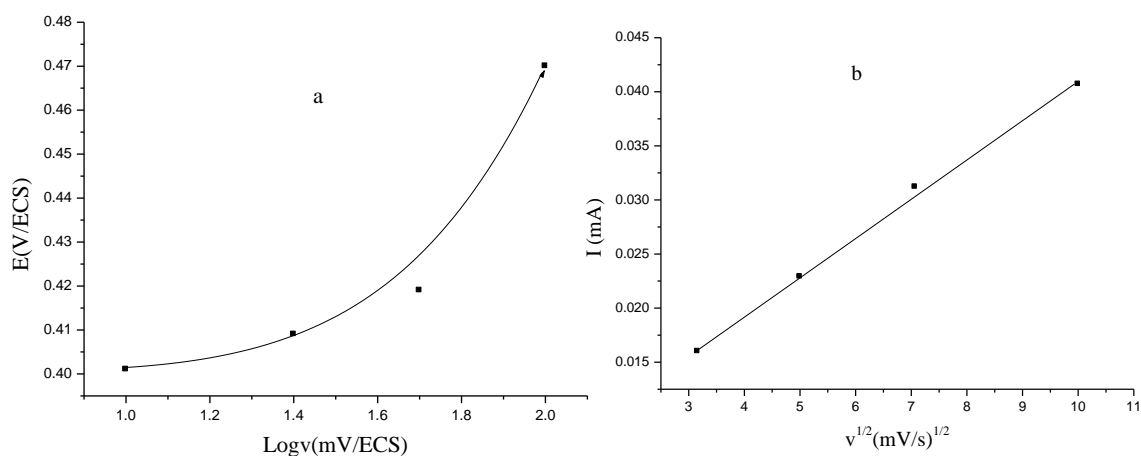


Figure 5 a et b : Représentation graphique des fonction $I_{pa} = f(v^{1/2})$ et $E_{pa} = f(\log v)$ pour le complexe de Cu(II) ($10^{-3} M$) dans DMF-TBAP (0.1M).

I.3.2. Complexe de cobalt CoL_1 : $[\text{Co}(\text{L}_1)(\text{NO}_3)_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Le voltampérogramme cyclique du complexe de cobalt Co(II) , enregistré entre 0.2 et -1.8V/ECS présente deux pics cathodiques à -0.85 et -1.59 V/ECS attribués à la réduction de l'imine du ligand et des ions du cobalt complexés en cobalt métallique respectivement. Le pic anodique observé à -0.06 V correspond à l'oxydation du cobalt en cobalt (II) (figure 6). Le balayage dans la zone anodique (figure 7) conduit à l'apparition de deux pics au voisinage de $+0.65$ et $+1.37\text{ V/ECS}$ attribués à l'oxydation du Co^{II} en Co^{III} [105, 30] et à l'oxydation du groupement thiophène respectivement.

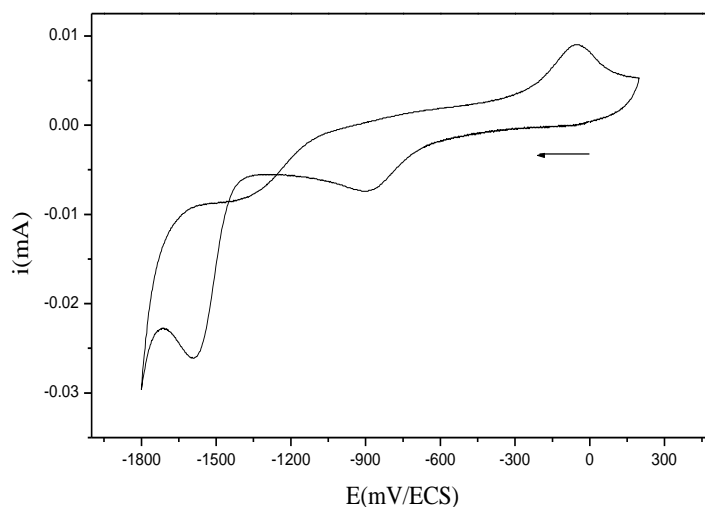


Figure 6: Voltampérogramme cyclique de la réduction du complexe de cobalt (10^{-3} M) enregistré dans DMF-TBAP (0.1M), entre 0.2 et 1.8 V/ECS. E_T : pt

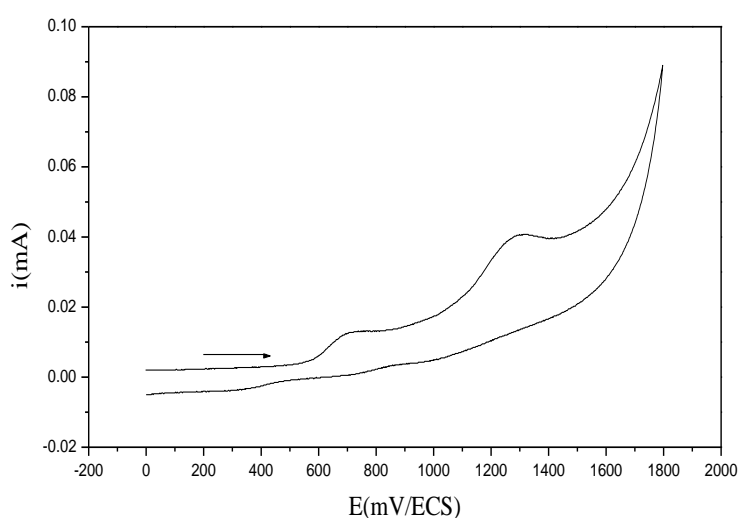


Figure 7: Voltampérogramme cyclique d'oxydation du complexe de cobalt (10^{-3} M), dans DMF-TBAP (0.1M) entre 0 et 1.8 V/ECS, E_T : pt

I.4. Comportement électrochimique des complexes du ligand L₂

I.4.1.Complexe de cuivre Cu L₂: [Cu (L₂) (NO₃)₂(H₂O)].2C₂H₅OH

Le voltamogramme cyclique d'oxydation du complexe de cuivre Cu(II) enregistré entre 0 et +1.8 V/ECS (figure 8), montre deux pics anodiques, le premier quasiréversible vers ($E_a = 0.43$ V, $E_c = 0.1$ V/ECS) correspondant à l'oxydation monoélectronique du centre métallique de Cu^{II} en Cu^{III} [106-108] et le second à 1.29 V/ECS dû à l'oxydation du groupement thiophène. Un balayage de potentiel entre 0 et 1.8 V/ECS (figure 9) révèle un épaulement vers -0.85 V/ECS et un pic intense (après plusieurs cycles) à -1.65 V correspondant à la réduction des ions de cuivre (II) en cuivre métallique. Au balayage retour, un pic de réoxydation est observé vers -0.34 V/ECS attribué à la réoxydation du cuivre déposé [109, 110]. L'intensité de ce pic augmente avec le nombre de cycles. L'étude du complexe de Cu(II) à différentes vitesse de balayage (figure 10) à montré que d'une part l'intensité du courant de pic est proportionnelle à la racine carrée de la vitesse de balayage et d'autre part, la variation du potentiel du pic en fonction du logarithme décimal de la vitesse de balayage est une droite, confirmant un processus de transfert de charge lent (figure 11).

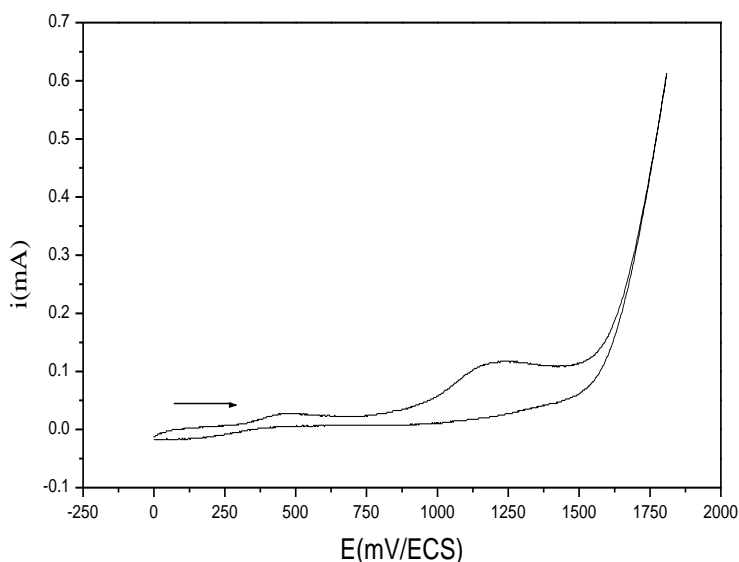


Figure 8: Voltampérogramme cyclique d'oxydation du complexe de cuivre (II) (10^{-3} M), enregistré entre 0 et +1.8 V/ECS, $v = 0.1$ V/s E_T : Pt

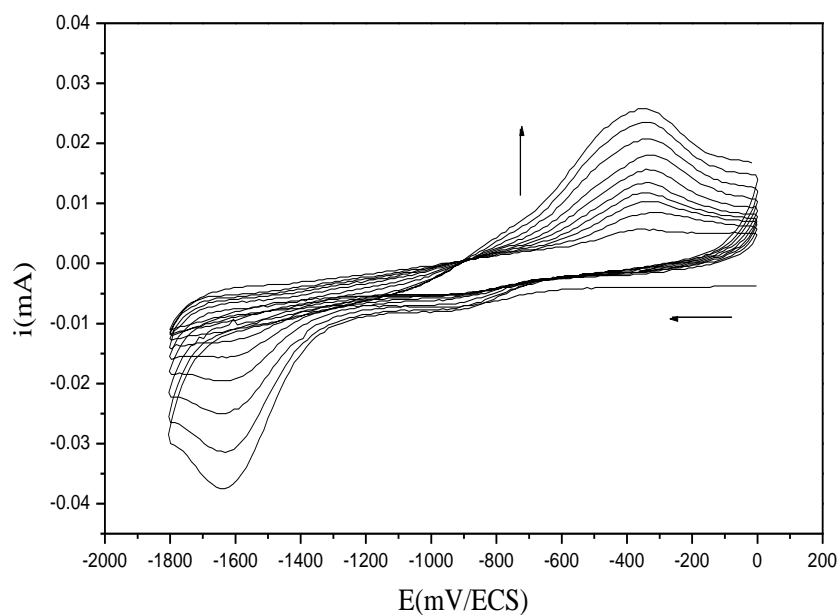


Figure 9: Evolution du voltampérogramme cyclique de la réduction du complexe de cuivre (II) (10^{-3} M), enregistré entre 0 et -1.8V/ECS, $v = 0.1$ V/s

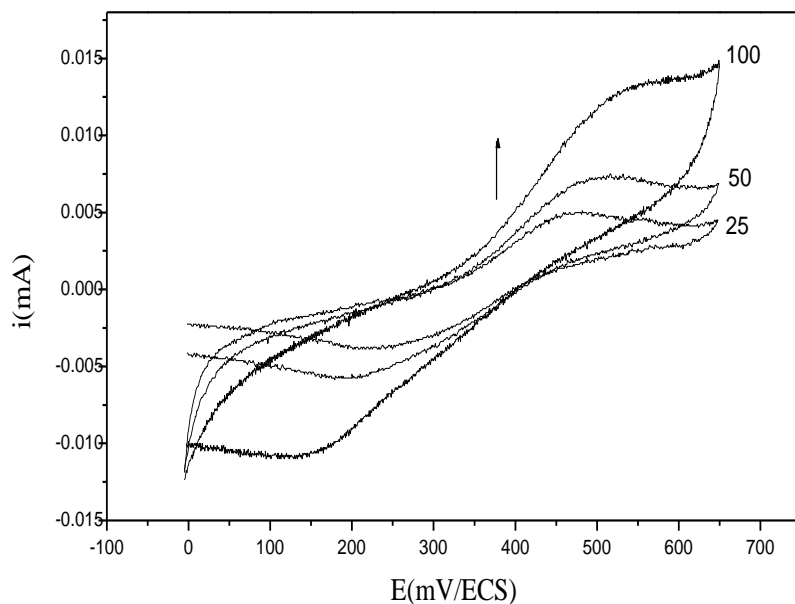


Figure 10: Voltampérogrammes de l'oxydation du complexe de cuivre (10^{-3} M) dans DMF-TBAP (0,1M), enregistré à différentes vitesses de balayage. (1) : 100, (2) : 50, (3) : 25 mV/s.

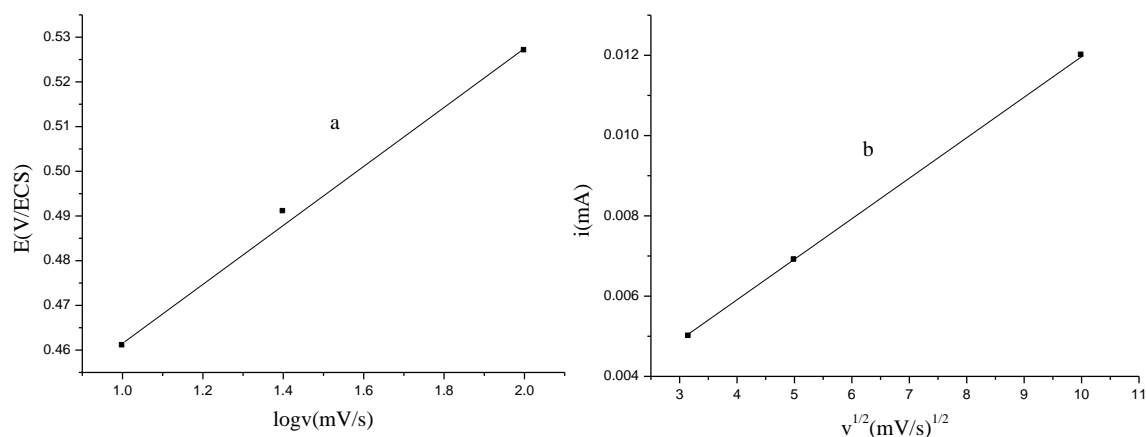


Figure 11 : Représentation graphique des fonction $E_{pa} = f(\log v)$ et $I_{pa} = f(v^{1/2})$ pour le complexe de Cu(II) dans DMF- TBAP (0.1M)

I.4.2. Complexe de cobalt $\text{CoL}_2 : [\text{Co}(\text{L}_2)(\text{NO}_3)_2] \cdot 5/2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

L'étude voltampérométrique du complexe de co(II), à une vitesse de balayage de 0.1 V/s, sur un domaine de potentiel comprise entre -1.8 et 1.8 V/ECS montre la présence de trois pics anodiques vers -0.24 , 0.86 et 1.47 V/ECS et un pic cathodique à -1.35 V (figure 12). Ce dernier correspond à la réduction du cobalt (II) en cobalt métallique et son pic de réoxydation est observé à -0.24 V [111-113]. En revanche, le pic observé à 0.86 V/ECS est probablement dû au transfert de charge Co(II) en Co(III)[30].

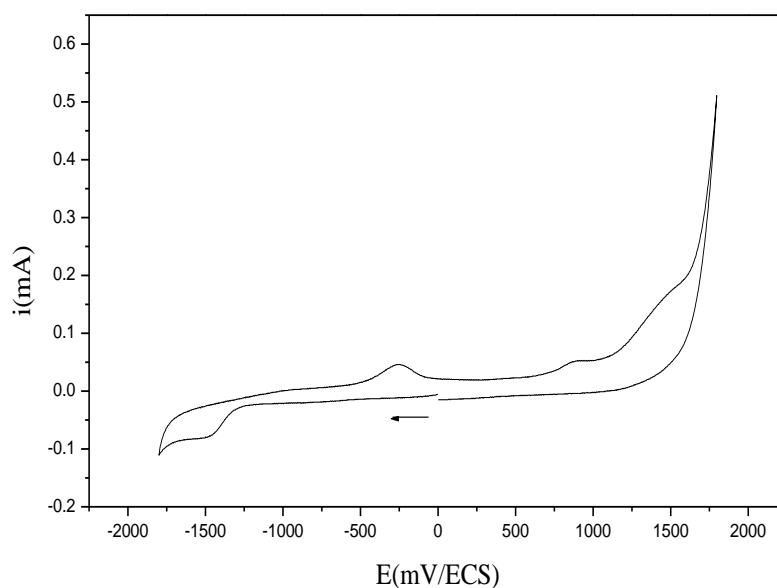


Figure 12: Voltampérogramme cyclique du complexe de cobalt (10^{-3}M) enregistré dans DMF-TBAP(0.1M) entre -1.8 et 1.8V/ECS , $v = 0.1\text{V/s}$, E_T : pt

Le balayage successif de potentiel met en évidence une augmentation de l'intensité du pic d'oxydation, ce qui est peut être dû à la modification de l'état de surface de l'électrode.

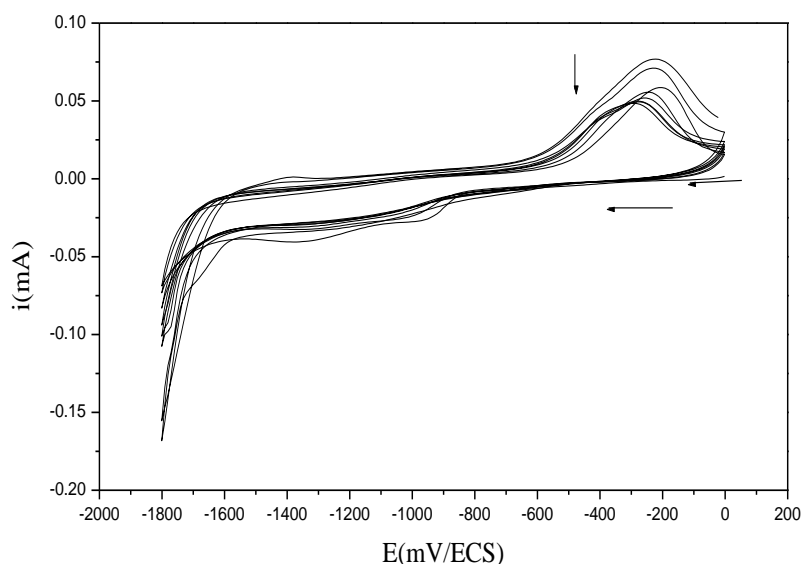


Figure 13: Evolution du voltampérogramme cyclique de la réduction du complexe de cobalt(10^{-3} M en fonction de nombre de cycle enregistré dans DMF-TBAP(0.1M) entre 0 et -1.8 V/ECS, $v = 0.1$ V/s, E_T : pt.

II. Comportement électrochimique des Ligands dérivés du 3-acétylthiophène

II.1. Ligand 4,4'-bis [3-acétyl thiophène] diphényle diimino éther (L_3)

Le voltamogramme cyclique du ligand $C_{24}H_{20}N_2S_2O$ (L_3) $2 \cdot 10^{-3}$ M, enregistré dans un domaine de potentiel allant de -1,8 à 1,8 V/ECS, à une vitesse de balayage 0.1V/s (figure 14), présente deux pics anodiques situés respectivement au voisinage de 0,6 et à 0,8 V/ECS attribués à l'oxydation du ligand. Le prépic observé vers 1,4 V correspond à l'oxydation du groupement thiophène. Dans la zone cathodique, trois pics de réduction situés vers -0.96, +0.26 et +0.75V/ECS sont observés. Ces deux derniers pics peuvent être attribués à la réduction de l'espèce issue de l'oxydation du groupement thiophène du ligand et celui situé à -0.90 V/ECS à la réduction du groupement imine.

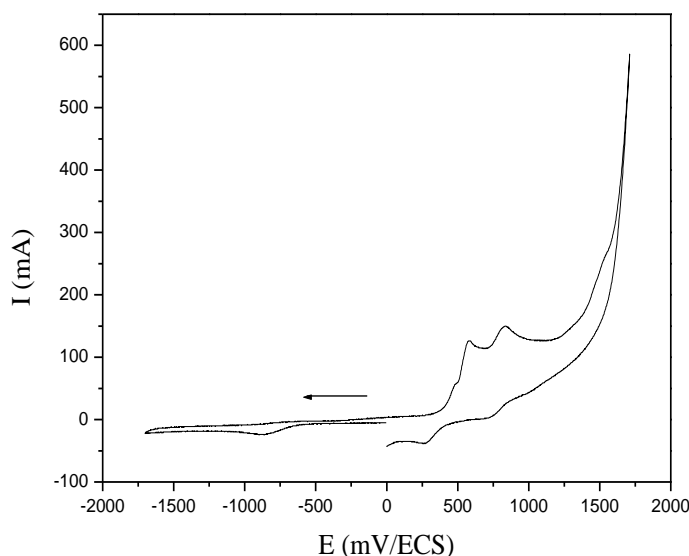


Figure 14: Voltampérogramme cyclique du ligand L_4 ($2 \cdot 10^{-3}$) ; enregistré entre -1.8 et +1.8 V/ECS , dans DMF-TBAP (0,1 M), $V = 0.1$ V/s, E_T : pt.

II.2.Ligand 4,4'-bis [3-acétylthiophène] diphenyle diimino éthane (L_4)

Le comportement électrochimique du ligand $C_{26}H_{24}N_2S_2$ (L_4), sur une plage de potentiel comprise entre 0 et 1.8 V/ECS, montre deux pics anodiques situés à +0.34 et à +0.89 V/ECS (figure 15), ce dernier est attribué à l'oxydation du groupement thiophène. Le pic de la réduction de la fonction imine est observé vers -1.20 V/ECS. On remarque aussi une diminution de l'intensité des pics avec le nombre de cycles en raison du phénomène de passivation du substrat sur la surface de l'électrode (figure 16).

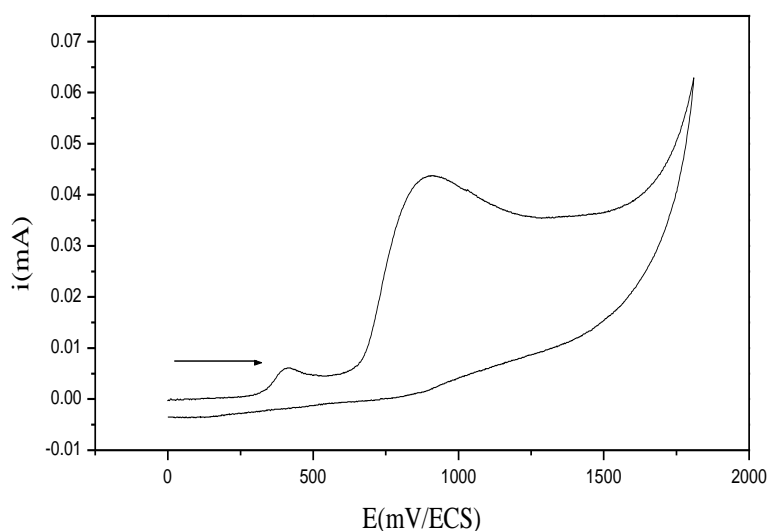


Figure 15: Voltampérogramme cyclique du ligand L_4 ($2 \cdot 10^{-3}$ M), enregistré entre 0 et +1.8 V/ECS dans DMF-TBAP (0,1 M), $v = 0.1$ V/s, E_T : pt.

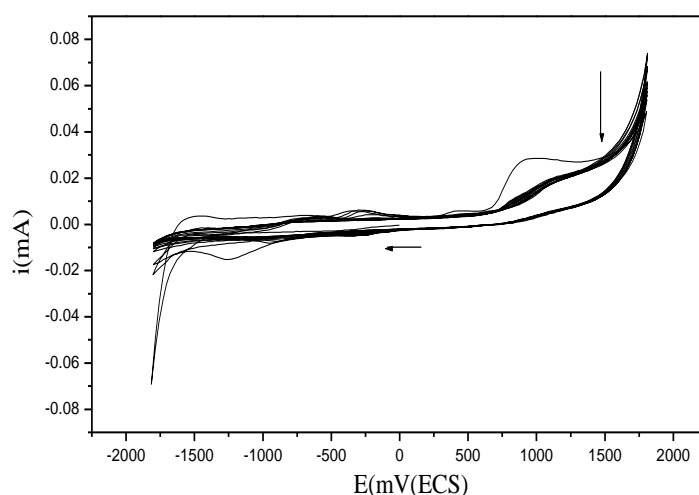


Figure 16: Evolution des voltampérogrammes cycliques du ligand L_4 (2.10^{-3} M), enregistré dans DMF-TBAB (0,1 M), en fonction de nombre de cycle, $v = 0.1$ V/s, E_T : pt.

II.3.Comportement électrochimique des complexes formés par le ligand L_3

II.3.1.Complexes de cuivre CuL_3 : $[Cu(L_3)(NO_3)_2(H_2O)_3]$

L'étude électrochimique du complexe de Cu(II) 10^{-3} M, (figure 17) a été effectuée dans une solution de DMF-TBAP (0,1 M), à une vitesse de balayage de 0.1 V/s. Le voltamogramme ainsi obtenu montre deux pics anodiques situés à -0.20 V et 0.58 V/ECS attribués à la réoxydation du cuivre métallique en cuivre bivalent puis en cuivre trivalent successivement, déposé en réduction, et un épaulement vers 1.36 V/ECS attribué à l'oxydation du groupement thiophène. Le pic cathodique observé vers 0.25 V/ECS est attribué à la réduction du Cu^{III} en Cu^{II} [20, 21].

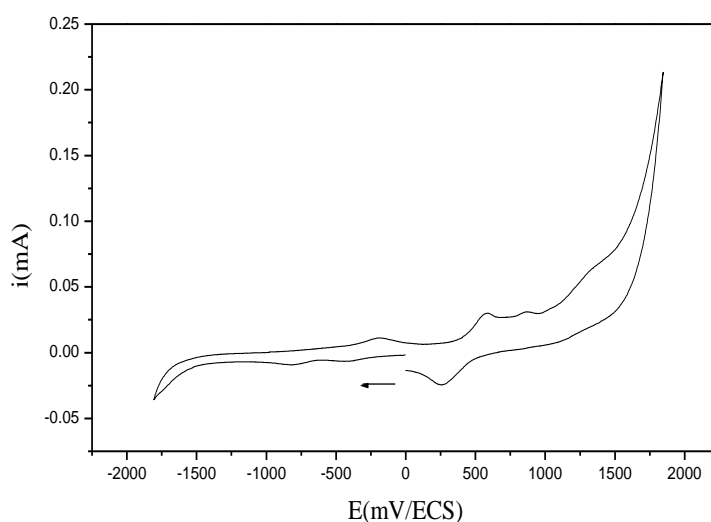


Figure 17: Voltampérogramme cyclique du complexe de cuivre (10^{-3} M) enregistre entre -1.8 et $+1.8$ V/ECS, dans DMF-TBAP (0,1 M), $v = 0.1$ V/s, E_T : pt.

Le balayage successif de potentiel (10 cycles) (figure 18), met en évidence une stabilité des voltampérogrammes et l'apparition d'un nouveau pic cathodique vers -0.40 V/ECS dû à la réduction de l'espèce issue de l'oxydation du ligand à l'état complexé. L'enregistrement des courbes à différentes vitesses de balayage montre une augmentation de l'intensité des pics en fonction de la vitesse de balayage (figure 19). L'intensité du courant de pic est proportionnel à la racine carée de la vitesse de balayage. La variation du potentiel du pic en fonction du logarithme décimal de la vitesse de balayage est une courbe, ceci confirme que le système est semi rapide régit par la diffusion (figure 20) .

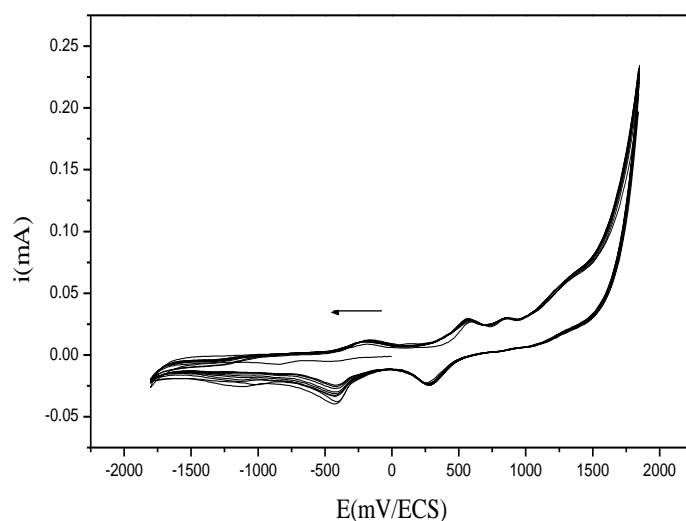


Figure 18: Evolution du voltampérogrammes cyclique du complexe de cuivre (10^{-3} M) enregistré entre -1.8 et $+1.8$ V/ECS dans DMF-TBAP (0.1 M), $v = 0.1$ V/s, E_T : pt.

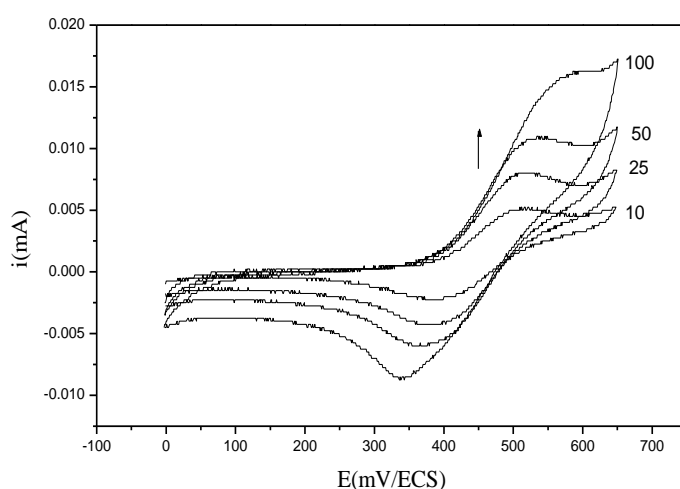


Figure 19: Evolution des voltampérogrammes cycliques du complexe de cuivre (10^{-3} M) dans DMF-TBAP (0.1 M), enregistré entre 0 et $+0.65$ V/ECS en fonction de la vitesse de balayage (1):100,(2): 50,(3):25,(4):10 mV/s

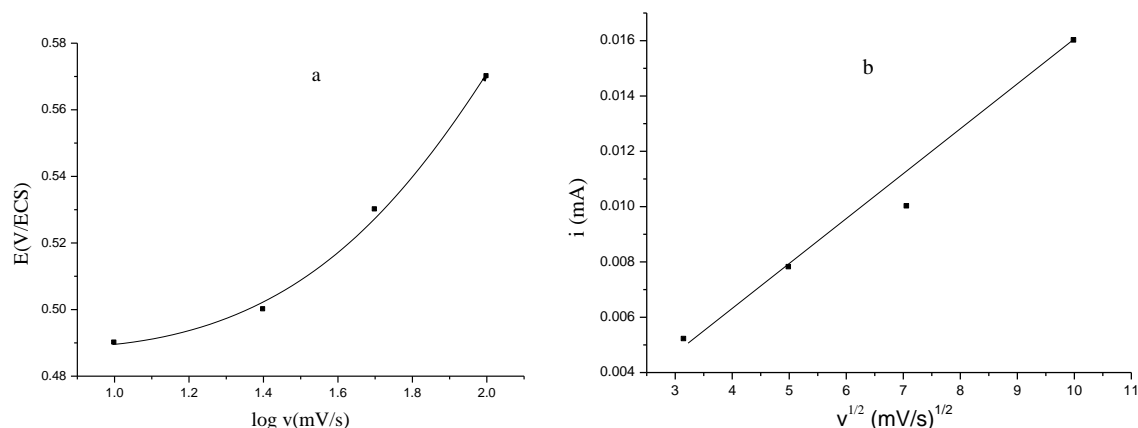


Figure 20 : Représentation graphique des fonctions : $E_{pa} = f(\log v)$ et $I_{pa} = f(v^{1/2})$ du complexe de Cu(II) dans DMF -TBAP (0.1M).

II.3.2.Complexe de Cobalt CoL_3 : $[Co(L_3)(NO_3)_2(H_2O)_3]$

Un balayage de potentiel de complexe de Co(II) entre 0 et -1.8 V/ECS, montre deux pics à -0.4 V et à -1.1 V/ECS correspondant à la réduction des ions de cobalt complexé en cobalt métallique. Au balayage retour, on observe un pic anodique au voisinage de -0.8 V attribué à la réoxydation de l'espèce réduite (figure 21). Le balayage successif montre l'apparition d'un nouveau pic cathodique vers 0.43 V/ECS. Ce dernier pic est dû à la réduction du ligand à l'état complexé (figure 22). Le pic observé vers 1.25 V/ECS du côté anodique, peut être attribué à l'oxydation du groupement thiophène présent dans le complexe.

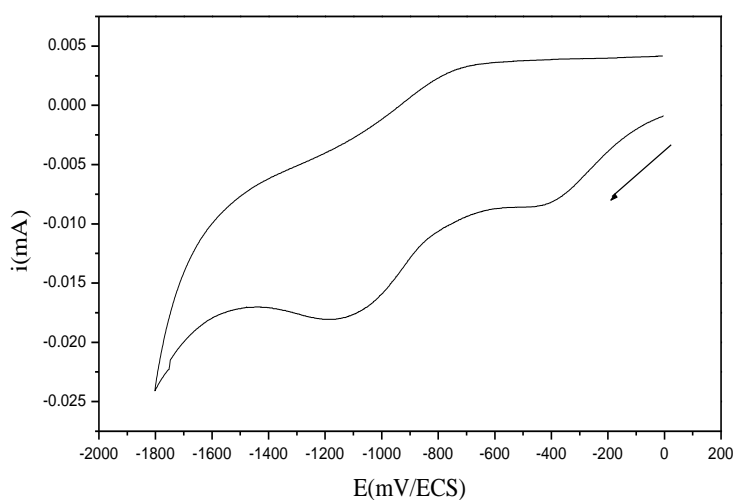


Figure 21: Voltampérogramme cyclique de la réduction de complexe de cobalt (10^{-3} M) entre 0 et $+1.8$ V/ECS, dans DMF-TBAP (0,1 M), $v = 0.1$ V/s. E_T : pt.

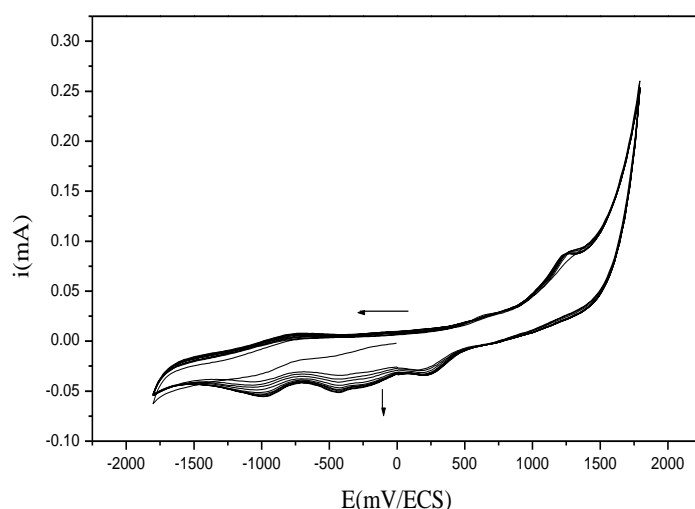


Figure 22: Evolution des voltampérogrammes cycliques du complexe de cobalt ($10^{-3} M$) dans DMF-TBAP (0,1 M), enregistré entre -1.8 et +1.8 V/ECS en fonction de nombre de cycle

II.4.Comportement électrochimique des complexes formés par le ligand L₄

II.4.1.Complexes de Cuivre CuL₄: [Cu(L₄)(NO₃)₂(H₂O)₂]

Le voltamogramme cyclique du complexe de cuivre (figure 23), enregistré dans le domaine de potentiel allant de -1.80 à $+1.80$ V/ECS, se caractérise par la présence d'un couple redox $\text{Cu}^{\text{II}}/\text{Cu}^{\text{III}}$ ($E_{\text{pa}} = 0.54$ V et $E_{\text{pc}} = 0.22$ V/ECS) et une vague d'oxydation du groupement thiohène vers 1.33 V. La réduction de l'imine est représentée sous forme d'un épaulement au voisinage de -0.75 V. Il est à noter que la réduction du cuivre complexé en cuivre métallique n'a pas été observée, ceci est probablement dû à l'encombrement stérique et l'adsorption de la molécule du cuivre à la surface de l'électrode.

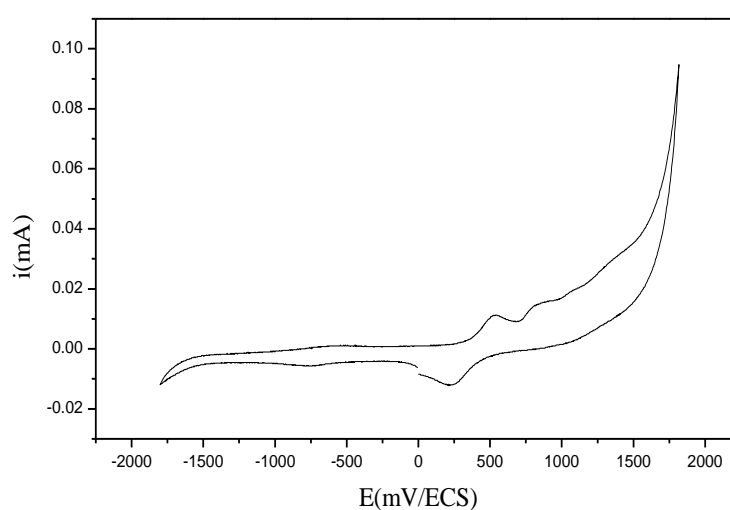


Figure 23: Voltampérogramme cyclique du complexe de cuivre ($10^{-3} M$) enregistré entre -1.8 et +1.8 dans DMF-TBAP (0,1M), $v = 0.1$ V/s. E_T : pt.

Le balayage successif de potentiel permet d'observer la réduction du cuivre (figure 24). En effet, dès le deuxième cycle le pic de réduction à -0.42 V/ECS commence à apparaître et croît avec le nombre de cycles. Il est attribué à la réduction des ions de cuivre bivalent en cuivre métallique. Puisque, on observe un pic au voisinage de -0.27 V attribué à la réoxydation du cuivre réduit. On constate aussi un léger déplacement du pic de réduction de l'imine vers les potentiels les plus négatifs en raison de la modification de la surface de l'électrode.

L'enregistrement des voltamogrammes cycliques à différentes vitesses de balayage montre l'augmentation de l'intensité des pics (figure 25). Les traces des courbes $i_{pa} = f(v^{1/2})$ et $E_{pa} = \log(v)$ montrent une variation linéaire (figure 26). Ce qui implique que le processus à l'électrode est un transfert de charge lent avec des complications cinétiques.

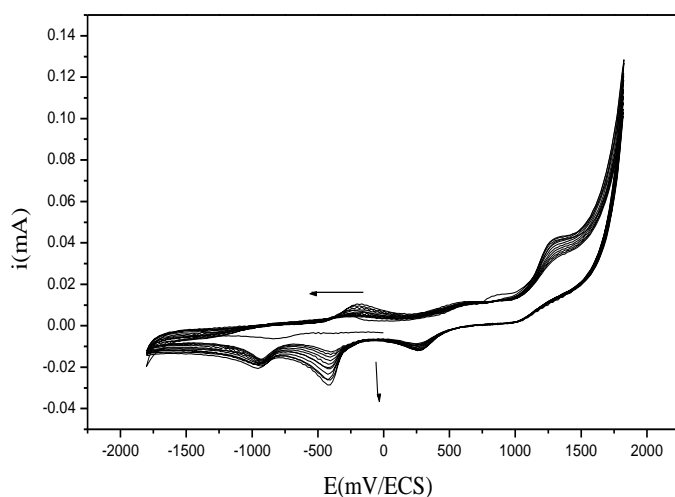


Figure 24: Evolution du voltampérogramme cyclique du complexe de cuivre (10^{-3} M) en fonction du nombre de cycle dans DMF(0,1M), $v = 0.1$ V/s. E_T : pt.

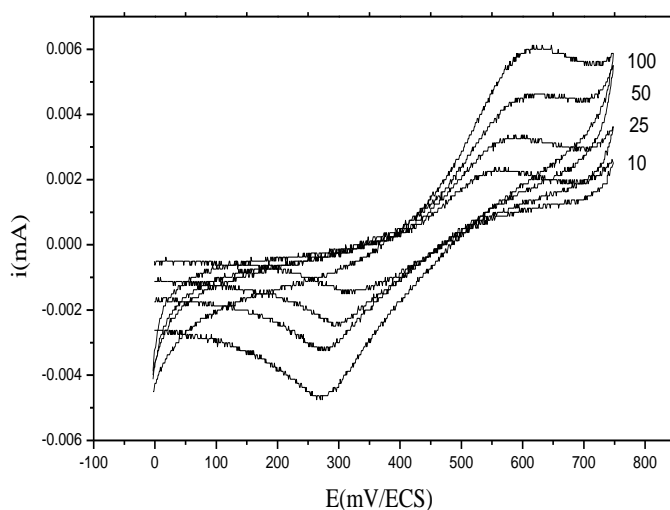


Figure 25: Evolution des Voltampérogrammes cyclique du complexe de cuivre (10^{-3} M), enregistre dans DMF-TBAP(0,1 M), v : 1):100, 2):50,3):25 et 4):10 mV/s

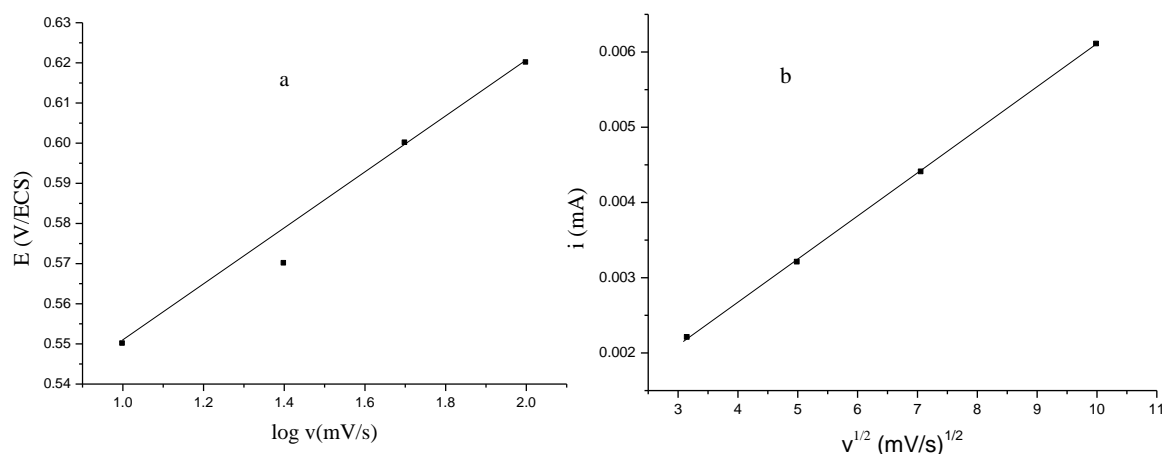


Figure 26 : Représentation graphique des fonctions : $E_{pa} = f(\log v)$ et $I_{pa} = f(v^{1/2})$ du complexe de cuivre dans DMF-TBAP (0.1M).

II.4.2. Complexe de cobalt CoL_4 : $[\text{Co}(\text{L}_4)(\text{NO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2$

La figure 27 présente les voltampérogrammes des balayages des potentiels correspondants au complexe de Co(II) ($2 \cdot 10^{-3}$ M), enregistrés entre -1.8 et +1.8 V/ ECS, présente un pic irréversible du groupement thiophène vers 1.56 V/ECS et deux pics cathodiques vers -0.48 et -1.04 V/ECS attribués respectivement à la réduction du Co^{II} en Co^{I} [114-116] et à la réduction du groupement imine. Le balayage récurrent montre aussi une augmentation de l'intensité des courants des pics (figure 27).

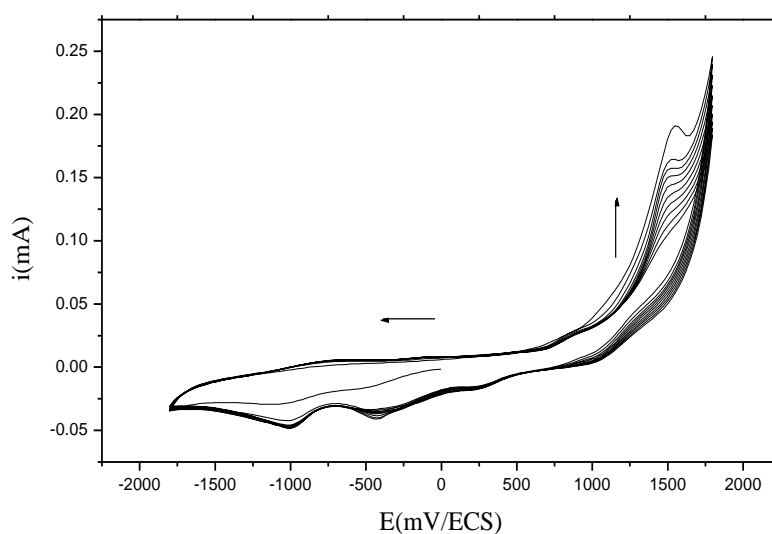


Figure 27: Evolution du voltampérogramme cyclique du complexede cobalt (10^{-3} M) en fonction du nombre de cycle dans DMF-TBAP(0,1M), $v = 0.1$ v/s, E_T : pt.

III. DISCUSSION DES RESULTATS ELECTROCHIMIQUES DES LIGANDS ET DE LEURS COMPLEXES

L'ensemble des résultats obtenus par l'étude électrochimique des ligands bases de Schiff et de leurs complexes de Cu^{II} et Co^{II} sont regroupés dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 1 : Valeurs des potentiels d'oxydoréduction des ligands dérivés de 3-carbaxaldéhydethiophène et leurs complexes

Produits	Oxydation		Réduction	
	Ea (V)	Ec (V)	Ea (V)	Ec (V)
L_1	1.38			-0.82
L_2	1.10			-0.87
CuL_1	0.45	0.16	-0.05	-1.45
	1.19			
CoL_1	0.65		-0.06	-1.59
	1.37			-0.90
CuL_2	0.43	0.10		-0.85
	1.29		-0.34	-1.65
CoL_2	0.86		-0.24	-1.35
	1.47			

Tableau 2 : Valeurs des potentiels d'oxydoréduction des ligands dérivés de 3- acétylthiophène et de leurs complexes.

Produits	Oxydation		Réduction	
	Ea (V)	Ec (V)	Ea (V)	Ec (V)
L ₃	0.60	0.26		-0.96
	0.80	0.75		
	1.40			
L ₄	0.34			-1.20
	0.89			
CuL ₃	0.58	0.25	-0.22	-0.81
	1.36			
CoL ₃	1.25		-0.80	-0.40
				-1.10
CuL ₄	0.54	0.22		-0.75
	1.33			
CoL ₄	1.56	0.26		-0.48
				-1.04

A partir des résultats électrochimiques obtenus par voltamétrie cyclique on peut conclure :

-Dans le cas des ligands, ils se caractérisent par la présence d'un pic de réduction irréversible du groupement imine et d'un pic d'oxydation du groupement thiophène. La comparaison des quatre ligands étudiés a permis de démontrer l'effet du pont d'oxygène (**L**₁ et **L**₃) sur le potentiel d'oxydation du groupement thiophène en son radical cation. En effet, l'oxydation devient plus difficile en raison de la conjugaison qui rend la molécule plus stable. En revanche, Le pont d'oxygène n'a pas d'influence remarquable sur la réduction de l'imine.

-On note que le groupement méthylique dans le cas **L**₃ et **L**₄ ayant un caractère donneur présente une influence importante sur l'oxydation du groupement thiophène et la réduction de la fonction imine, le potentiel de réduction passe de -0,96 V à -1,2 V/ECS par exemple.

-L'observation de ces tableaux nous a permis également de constater d'une part le déplacement des potentiels des pics cathodiques et anodiques et d'autre part l'apparition de nouveaux pics après la réaction de complexation. Citons à titre d'exemple la variation du potentiel d'oxydation du groupement thiophène du ligand **L**₂ qui passe de 1.10 V à une valeur comprise entre +1.29 et +1.47 V/ECS après complexation. Ce qui confirme la coordination (formation des nouvelles liaisons entre le cation métallique et les sites donneurs des ligands).

-Il est important de signaler que nos complexes présentent des transferts mono électroniques centrés soit sur le métal ou sur le ligand coordonné. Dans le cas des complexes de cuivre, les voltammogrammes révèlent en réduction un pic quasi-réversible (vers -1.0V) correspondant à la réduction du ligand à l'état complexé. En oxydation, on observe deux processus successifs, le premier monoélectronique quasi-réversible correspond à l'oxydation du cation Cu^{II} en Cu^{III} alors que la deuxième correspond à un processus d'oxydation centré sur le ligand. Cependant, Le complexe de cobalt avec le ligand **L**₁ et **L**₂ présente deux processus d'oxydation centré sur le couple Co^{II}/Co^{III} et le ligand, et un seul processus avec les deux ligands **L**₃ et **L**₄.

-Les potentiels d'oxydation du centre métallique sont relativement élevés à cause de sa forme complexée. Le déplacement vers les potentiels plus positifs de la première vague d'oxydation du complexe CuL₁ par rapport aux complexes CuL₂, est dû à l'effet du pont oxygène du ligand. Cependant, Dans le cas du composé CuL₃, la différence de potentiel redox

du couple $\text{Cu}^{\text{II}}/\text{Cu}^{\text{III}}$ par rapport au complexe CuL_4 est liée à l'effet électronique donneur des groupements méthyle. Cette propriété est très intéressante dans le cas du cobalt, car les complexes de Co^{II} ont suscité un grand intérêt comme catalyseurs [117]. La mise en évidence de la stabilité des faibles degrés d'oxydation du $\text{Cu}(\text{II})$ et $\text{Co}(\text{II})$ ouvre des perspectives pour ces nouveaux complexes possédant des propriétés d'oxydoréduction très intéressantes.

Enfin, nous avons montré dans cette partie électrochimique l'influence non négligeable de la structure des composés organiques et la nature du pont reliant les deux noyaux aromatiques sur le comportement électrochimique des différents ligands bases de Schiff et leurs complexes de cuivre et de cobalt.