

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Introduction

Ce chapitre rassemble tous les résultats des expériences menées avec les électrodes d'aluminium, sur l'élimination du colorant rouge nylosan et l'effluent textile prélevé, à l'entrée de la station d'épuration de l'usine TINDAL. Les mesures ont concerné le pH, la tension affichée sur la base du courant imposé, la conductivité, les indicateurs de pollution tels que la turbidité, l'absorbance, et la DBO₅.

L'objectif de cette partie est d'évaluer les performances du traitement par électrocoagulation-électroflottation pour éliminer le colorant rouge nylosan et l'effluent de textile.

III.2. Effet de la densité de courant

La densité de courant est jugée comme un paramètre essentiel en électrocoagulation pour la décoloration. Lorsque la densité de courant augmente la production des bulles d'air augmente, le rendement augmente et le temps de clarification diminue [23, 36].

L'effet de la densité de courant j sur l'élimination du colorant (absorbance et turbidité) a été évalué en variant diverses densités de courant (100, 200, 300 et 400 A/m²) à une concentration initiale fixe $C_0 = 50$ mg/L, pH initial aux alentours de 7 et un débit d'écoulement $Q = 15$ L/h. Les résultats trouvés sont représentés sur les figures III.1 et III.2.

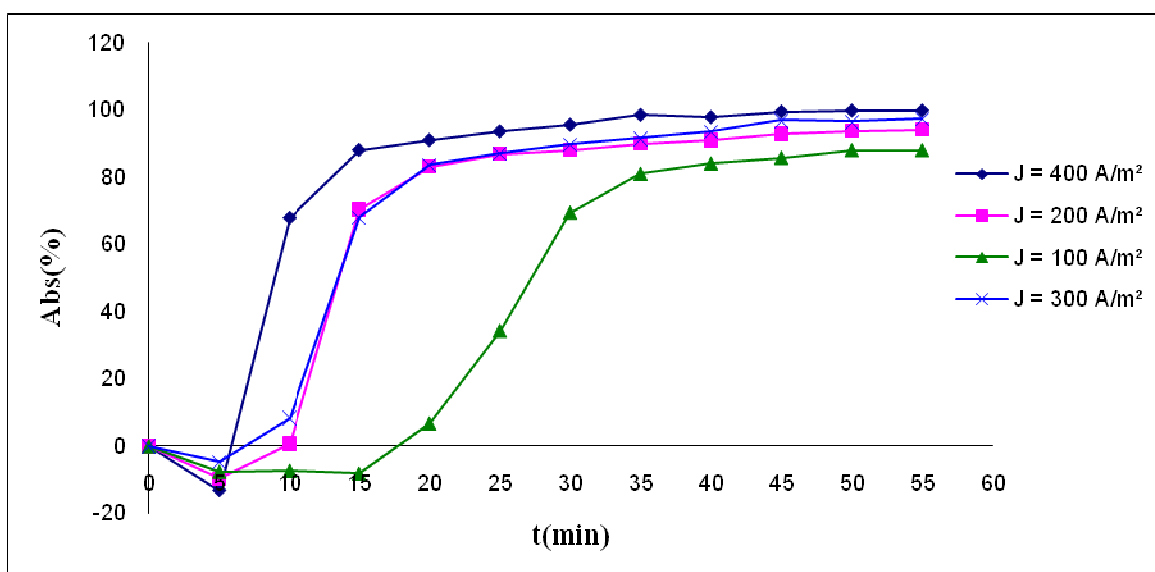


Fig. III.1. Effet de la densité de courant sur l'élimination de la couleur : $C_0 = 50$ mg/L, pH initial = 7.74, débit d'alimentation $Q = 25.2$ L/h, conductivité $\kappa = 2.5$ mS/cm

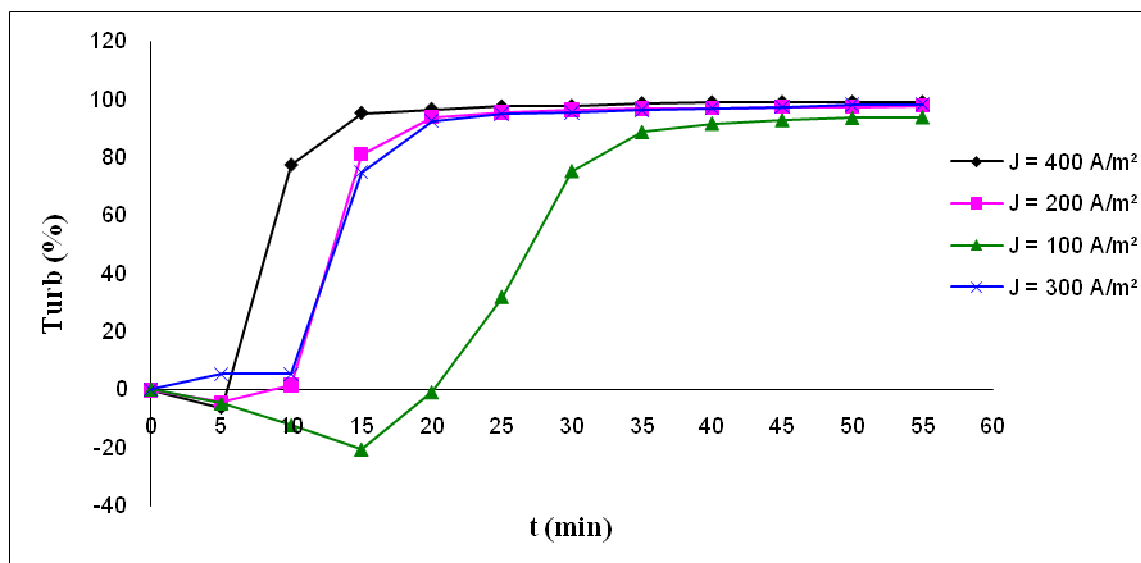


Fig. III.2. Effet de la densité de courant j sur l'élimination de la turbidité :
 $C_0 = 50 \text{ mg/L}$, $\text{pH initial} = 7.74$, débit d'alimentation $Q = 25.2 \text{ L/h}$,
conductivité $\kappa = 2.5 \text{ mS/cm}$

Les figures III.1 et III.2 montrent que le temps requis pour atteindre les valeurs optimales, c-à-d, les valeurs sur le plateau, diminue lorsque j augmente de 100 à 400 A/m^2 et devient presque constant à environ 35 min. Une augmentation de densité de courant de 100 à 400 A/m^2 a engendré une augmentation de l'efficacité de décoloration de 87,92 à 99,67 % pour l'absorbance et 93,74 à 99,07 % pour la turbidité après 55 min de traitement. Ceci est prévisible : quand la densité de courant augmente, la quantité de cations d' Al^{3+} libérée par l'anode et donc de particules d' $\text{Al}(\text{OH})_3$ augmentent également. Cependant, la différence entre les courbes correspondant aux différentes densités de courant devient petite lorsque j est supérieure à 200 A/m^2 . Une densité de courant optima peut donc être définie. En effet, lorsque l'augmentation de Y_{Col} avec j est légère, les inconvénients de travailler avec des densités de courant élevées règnent : d'abord, la quantité de la boue formée augmente typiquement comme la densité de courant j ; puis, le même se tient pour la consommation du matériau d'électrode μ_{Al} (kilogramme d'Al requis par kilogramme de colorant enlevé), tandis que la consommation d'énergie E_{dye} augmente comme le carré de la densité de courant j^2 . Ces tendances ont été confirmées expérimentalement sur les figures III.3 et III.4 pour E_{dye} et μ_{Al} , respectivement, et elles sont conformes aux résultats déjà rapportés dans la littérature pour les effluents de textile [23, 38]. En particulier, la consommation d'électrode par kilogramme de colorant devrait être réduite au minimum parce qu'elle peut constituer jusqu'à 80 % du coût total de fonctionnement pour les électrodes en aluminium [39].

La densité de courant optimale semble donc être entre 200 et 400 A/m² ($Y_{Col} > 97,21\%$ et $Y_{Turb} > 98,31\%$). En conséquence, $j = 300\text{ A/m}^2$ correspondant à une intensité de courant $I = 1.47\text{ A}$ a été maintenue pour la menée des autres expériences.

L'efficacité négative de la réduction de la turbidité et de l'absorbance au début de traitement peut être due au fait que durant le passage du courant électrique, une convection additionnelle apparaisse. Selon [EDELIN \[40, 41\]](#) l'aluminium dissous se polymérise sous la forme d'hydroxyde d'aluminium et augmente ainsi la turbidité.

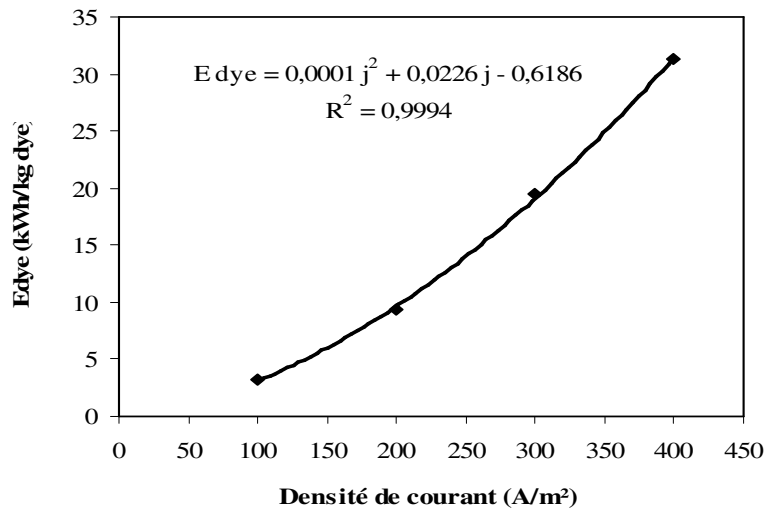


Fig. III.3. Effet de la densité de courant j sur la consommation d'énergie (E_{dye}) :
 $C_0 = 50\text{ mg/L}$, pH initial = 7.74, débit d'alimentation $Q = 15\text{ L/h}$,
conductivité $\kappa = 2.5\text{ mS/cm}$.

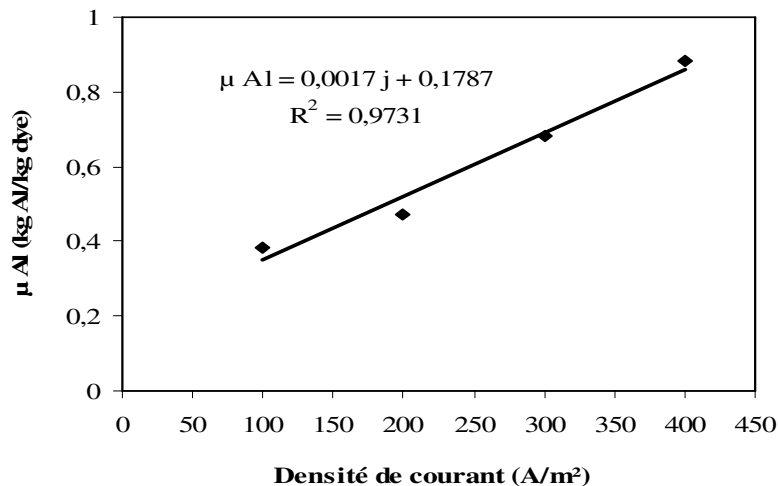


Fig. III.4. Effet de la densité de courant j sur la consommation des électrodes (μ_{Al}) :
 $C_0 = 50\text{ mg/L}$, pH initial = 7.74, débit d'alimentation $Q = 15\text{ L/h}$,
conductivité $\kappa = 2.5\text{ mS/cm}$

III.3. Effet du débit d'alimentation

L'effet du débit d'écoulement Q sur l'élimination du colorant (absorbance et turbidité) a été évalué en le débit (15, 38.7 et 60 L/h) à une concentration initiale fixe $C_0 = 50$ mg/L, pH initial aux alentours de 7 et une densité de courant $j = 300$ A/m². Les résultats trouvés sont représentés sur les figures III.5 et III.6.

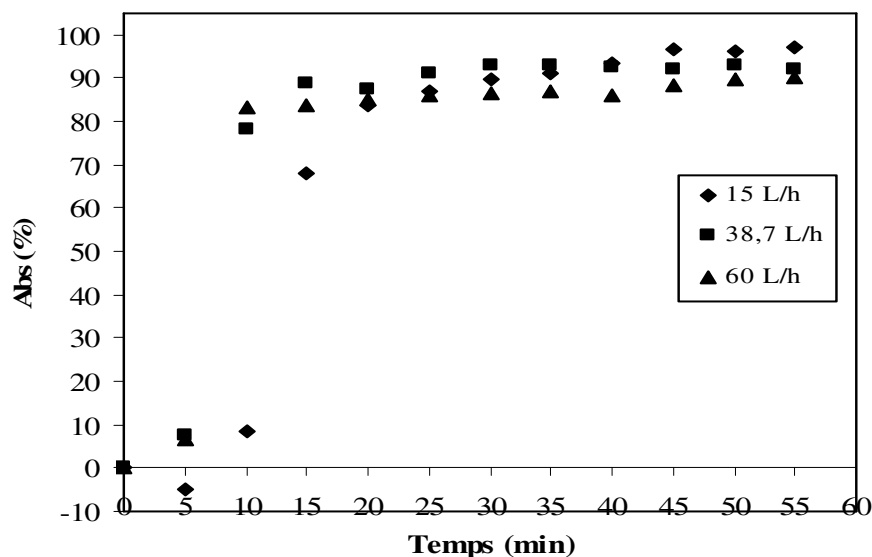


Fig. III.5. Effet du débit d'alimentation initial Q sur l'efficacité d'élimination de la couleur : $C_0 = 50$ mg/L, pH initial = 7.58, densité de courant $j = 300$ A/m², conductivité $\kappa = 2.54$ mS/cm

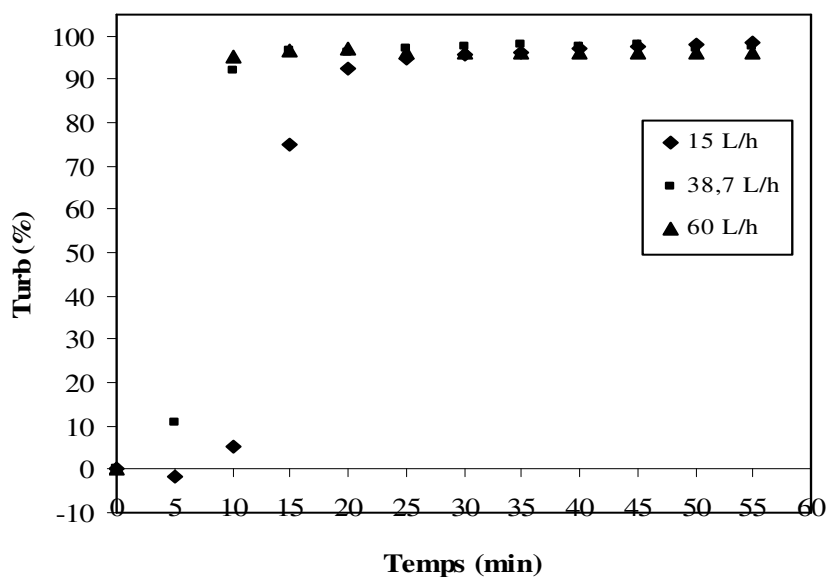


Fig. III.6. Effet du débit d'alimentation initial Q sur l'efficacité d'élimination de la turbidité : $C_0 = 50$ mg/L, pH initial = 7.58, densité de courant $j = 300$ A/m², conductivité $\kappa = 2.54$ mS/cm

On constate sur les figures III.5 et III.6 que les abattements de la turbidité et de la couleur (absorbance) sont tous supérieurs à 90 %.

Ces figures montrent également que Y_{Col} présente un maximum à un débit d'environ 15 L/h, avec une valeur de 97,21 % après 55 min de traitement et 91,36 % à 35 min de traitement. Par contre pour $Q = 38,7$ L/h, $Y_{Col(max)}$ est de 93,06 % à 35 min de traitement contre 92,19 % à 55 min de traitement. Pour $Q = 60$ L/h, $Y_{Col(max)}$ est de 90,17 après 55 min de traitement. Le débit d'alimentation optimal pourrait donc être pris entre 15 et 38,7 L/h.

Sur la base de la littérature [23] les débits d'alimentation ne dépassent pas 20 L/h pour avoir des rendements supérieurs à 80 %.

Afin de voir l'influence de la densité de courant et du débit d'alimentation sur l'élimination du colorant, nous avons testé deux densités (200 et 300 A/m²) pour un même débit (38,7 L/h). Les résultats sont représentés sur la figure suivante.

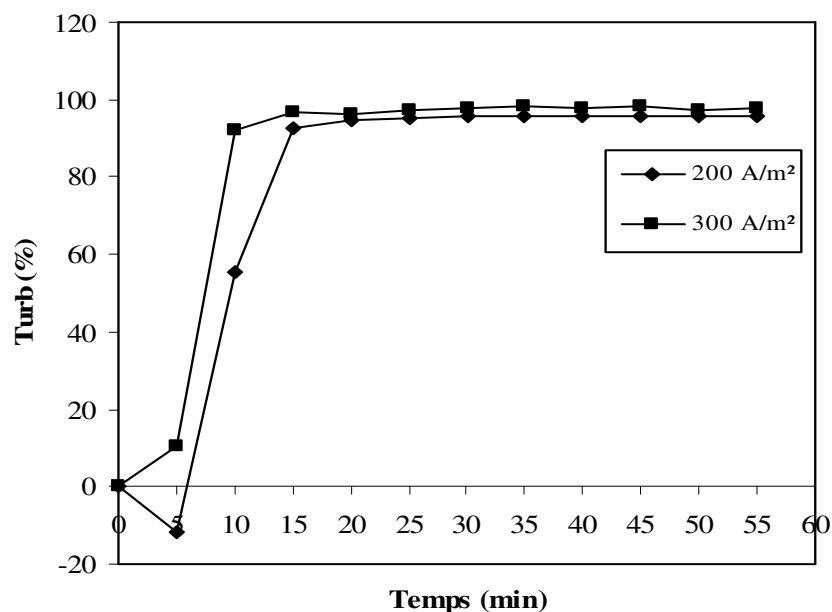


Fig. III.7. Evolution de l'efficacité d'élimination de la turbidité pour un seul débit et deux densités de courant différentes : $C_0 = 50$ mg/L, pH initial = 7.49, débit d'alimentation $Q = 28,7$ L/h, conductivité $\kappa = 2.65$ mS/cm

On constate que les mêmes allures se produisent et que l'influence est négligeable. Donc une diminution de la densité de courant n'a pas d'influence directe sur le taux d'abattement de la turbidité.

III.4. Effet de la concentration initiale

Dans le but d'évaluer l'influence de la concentration initiale du colorant sur le traitement par électrocoagulation, nous avons testé les concentrations suivantes : **50, 100, 200 et 300 mg/L**, en appliquant les paramètres optimaux tels que, $j = 300 \text{ A/m}^2$, $Q = 15 \text{ L/h}$. Les résultats obtenus sont les suivants.

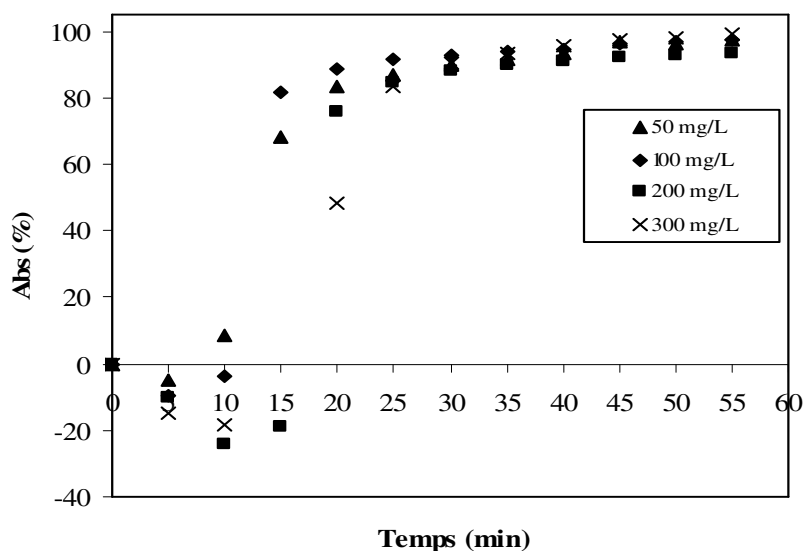


Fig. III.8. Effet de la concentration initiale C_0 sur l'efficacité d'élimination de la couleur :
pH initial = 7.74, densité de courant $j = 300 \text{ A/m}^2$, débit d'alimentation $Q = 15 \text{ L/h}$,
conductivité $\kappa = 2.5 \text{ mS/cm}$

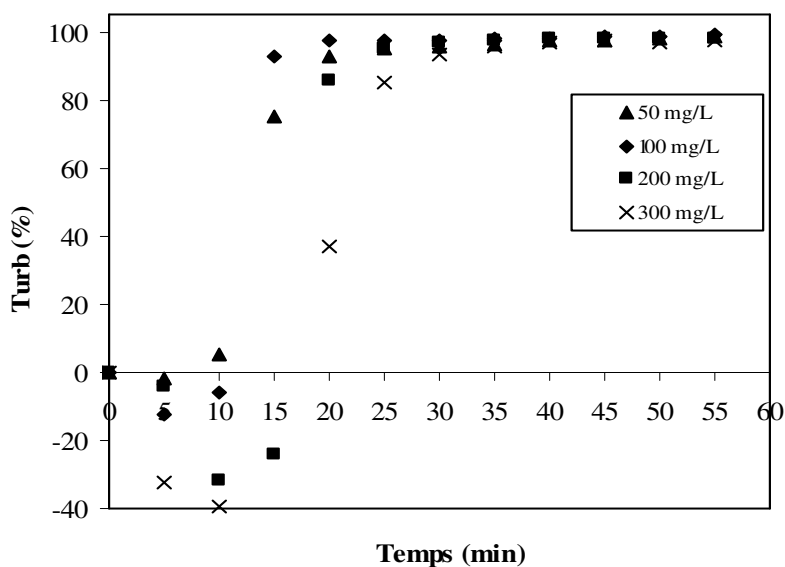


Fig. III.9. Effet de la concentration initiale C_0 sur l'efficacité d'élimination de la turbidité :
pH initial = 7.74, densité de courant $j = 300 \text{ A/m}^2$, débit d'alimentation $Q = 15 \text{ L/h}$,
conductivité $\kappa = 2.5 \text{ mS/cm}$

Les résultats montrent que le procédé fonctionne pour toutes les concentrations étudiées ($Y_{Col} > 97,21 \%$ et $Y_{Turb} > 97,38\%$).

Comme conclusion, l'application du procédé d'EF-EC est intéressante parce qu'il peut atteindre un taux de décoloration de plus de 97 % pour des concentrations initiales de 50 à 300 mg/L.

III.5. Effet du pH initial

Le pH initial a été varié entre 2.3 et 8.8 en utilisant une solution de HCl (0.1 N) ou une solution de NaOH (2 N). L'influence du pH initial sur la décoloration est illustrée par les figures III.10 et III.11.

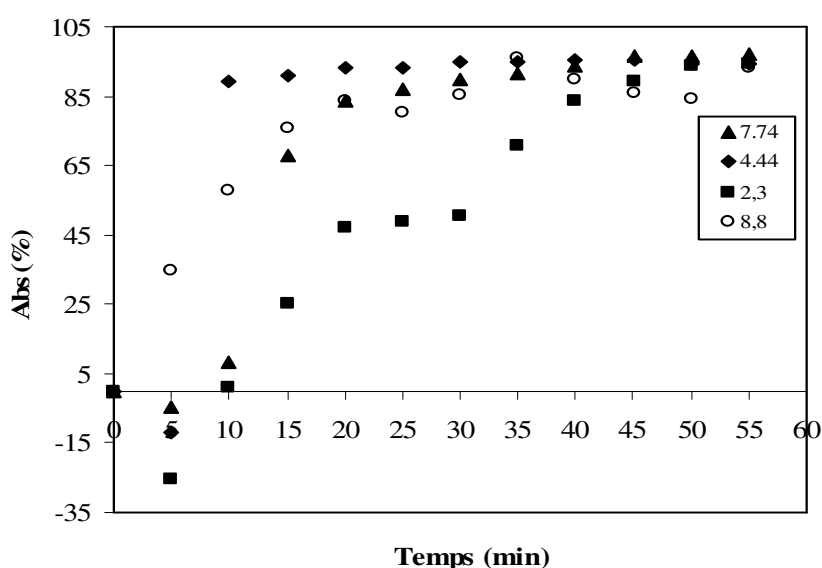


Fig. III.10. Effet du pH initial sur l'efficacité d'élimination de la couleur :
 $C_0 = 50 \text{ mg/L}$, densité de courant $j = 300 \text{ A/m}^2$, débit d'alimentation $Q = 15 \text{ L/h}$,
conductivité $\kappa = 2.5 \text{ mS/cm}$

Le pH initial est l'un des principaux paramètres jouant un rôle important dans l'efficacité de l'électrocoagulation-électroflottation [16, 22, 23, 26, 42, 43]. Les figures III.10 et III.11 montrent que Y_{Col} et Y_{Turb} dépassent 93 % pour tous les pH étudiés. Le maximum de la décoloration a été observé à un pH de 7,74 avec $Y_{Col} = 97,21 \%$ et $Y_{Turb} = 98,31 \%$.

Comme déjà décrit dans la littérature mentionnée ci-dessus, le pH a changé pendant l'EF-EC. Son évolution dépend du pH initial. Le procédé de l'électrocoagulation montre un certain pouvoir tampon en raison d'une balance entre la production et la consommation de OH^- et du besoin de la neutralisation de la charge avant la transformation finale des composés solubles d'aluminium sous forme d' $\text{Al}(\text{OH})_3$ [44], qui empêche le changement élevé du pH de la neutralité, comme dans la figure III.12. En effet, le pH tampon ou optimal semble juste au

voisinage de 7, ce qui est le cas dans notre travail (environ 7,74): quand le pH initial est au-dessus de cette valeur, le pH diminue pendant l'électrocoagulation; autrement, on observe le comportement opposé.

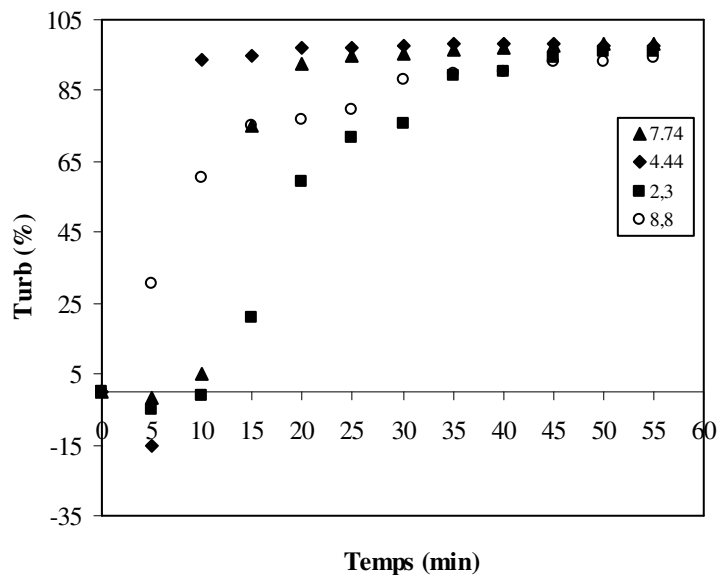


Fig. III.11. Effet du pH initial sur l'efficacité d'élimination de la turbidité :
 $C_0 = 50 \text{ mg/L}$, densité de courant $j = 300 \text{ A/m}^2$, débit d'alimentation $Q = 15 \text{ L/h}$,
conductivité $\kappa = 2.5 \text{ mS/cm}$

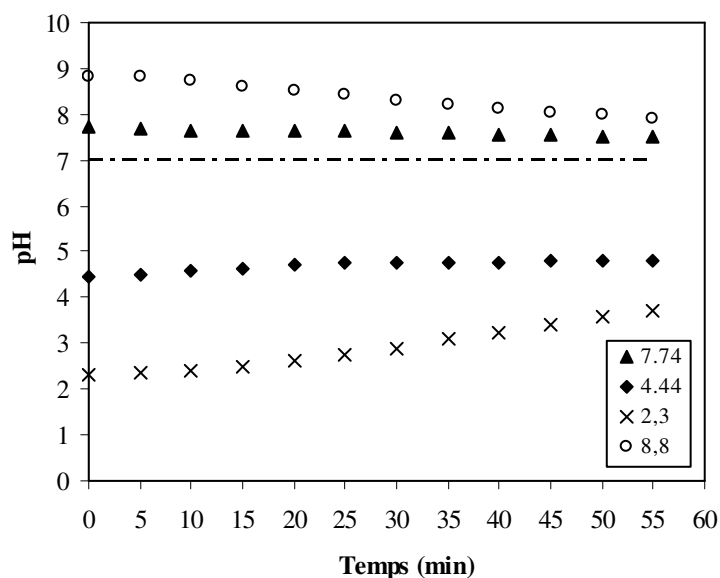


Fig. III.12. Evolution du pH au cours de l'EF-EC pour différentes valeurs de pH initial en fonction du temps : $C_0 = 50 \text{ mg/L}$, densité de courant $j = 300 \text{ A/m}^2$,
débit d'alimentation $Q = 15 \text{ L/h}$, conductivité $\kappa = 2.5 \text{ mS/cm}$

III.6. Etude de cas : Effluent textile - Tindal

TINDAL (Toiles **I**ndustrielles **A**lgériennes) est un complexe de fabrication de toiles, il est implanté dans la zone industrielle de M'sila, situé à environ trois (03) Km du chef lieu de la wilaya. Sa superficie totale est de 327422 m².

Le complexe est composé de trois bâtiments qui sont : Filature, Tissage et Finissage. Il est spécialisé dans la production et la commercialisation de toiles [45].

Les caractéristiques initiales de l'effluent textile – Tindal sont les suivantes : pH = 8.54, Couleur : Gris foncé, Turbidité = 123 NTU, DCO > 2200 mgO₂/L, DBO₅ = 751 mgO₂/L, κ = 7810 μ S/cm, Température = 20 °C (section II.8.2, chapitre II).

L'évolution de l'abattement de l'effluent de l'usine Tindal et du colorant rouge nylosan est représentée sur la figure suivante.

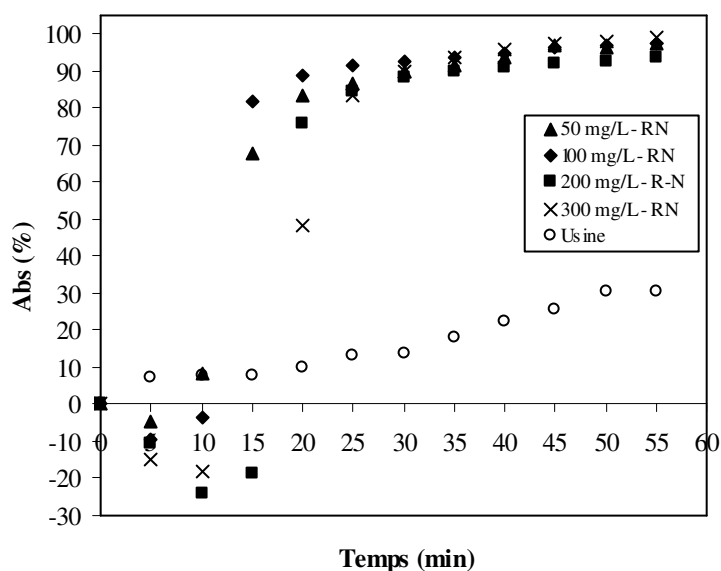


Fig. III.13. Evolution de l'abattement de la couleur pour le rouge nylosan et l'effluent de l'usine : densité de courant $j = 300$ A/m², débit d'alimentation $Q = 15$ L/h

RN : Rouge Nylosan

Usine : Effluent textile de Tindal.

L'application des paramètres optimaux ($Q = 15$ L/h, $J = 300$ A/m²) a montré une réduction de la **couleur** de l'ordre **30,73 %**. La **DBO₅** a été réduite de plus de **48 %**. Ces réductions montrent que la technique d'EC-EF est aussi efficace pour la matière soluble qu'elle est pour la matière insoluble.

Ces faibles diminutions montrent que les rejets de ce complexe industriel sont très colorés et concentrés. Il est à signaler que l'échantillon étudié n'a subi aucun traitement auparavant.

III.7. Conclusion

Une série d'expériences a été réalisée afin de trouver les effets des paramètres influençant l'EC-EF pour le traitement d'un effluent simulé constitué à base d'un colorant rouge nylosan, et un effluent textile – Tindal.

Nos résultats soulignent l'opportunité d'appliquer le procédé d'EF-EC en continu pour une réduction efficace de la couleur (absorbance), de la turbidité et de la pollution organique de l'eau usée.