

## Traitement des solutions modèles colorées (indigo et rouge cibacrone) en utilisant les procédés de l'adsorption (résine anionique A500) et l'ultrafiltration

### [ Treatment models colored (red and indigo cibacrone) solutions using the methods of adsorption (anion resin A500) and ultrafiltration ]

*Tarik LAKDIOUI and Ahmed EL HARFI*

Laboratory of Polymers, Radiation and Environment (LPRE) - Team of Organic and Macromolecular Chemistry (TOMC),  
Department of Chemistry, University Ibn Tofail, Faculty of Sciences,  
Kenitra, Morocco

Copyright © 2014 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** In this work, we eliminated models colored solutions (indigo and red cibacrone). For this we used respectively the adsorption method using A500 anionic resin as an adsorbent and by the ultrafiltration process using a synthetic semipermeable membrane made of polysulfone and titanium dioxide as filler.

From the results obtained, we observed that the values of the rate of decolorization by adsorption treated colored solutions were registered in 92% and 80% respectively for red cibacrone couples / anion resin A500 and indigo / anionic resin A500 a part. And in the case of ultrafiltration the results were recorded by 90% and 74.42% respectively of patterns of red colored solutions and indigo cibacrone other.

**KEYWORDS:** Indigo Red cibacrone anionic resin, adsorption and Ultrafiltration.

**RESUME:** Au cours de ce travail, nous avons éliminé les solutions modèles colorées (l'indigo et rouge cibacrone). Pour cela nous avons utilisé respectivement la méthode d'adsorption en utilisant la résine anionique A500 comme un adsorbant et par le procédé d'ultrafiltration en utilisant une membrane synthétique semi perméable à base de polysulfone et de dioxyde de titane comme charge.

D'après les résultats obtenus, nous avons observé que les valeurs de taux de décoloration des solutions colorées traitées par l'adsorption ont été enregistrées de 92% et de 80% respectivement pour les couples rouges cibacrone/résine anionique A500 et l'indigo/résine anionique A500 d'un part. Et dans le cas de l'ultrafiltration les résultats obtenus ont été enregistrées de 90% et de 74.42% respectivement pour les solutions modèles colorées de rouge cibacrone et l'indigo d'autre part.

**MOTS-CLEFS:** Indigo, Rouge cibacrone, Résine anionique, Adsorption et Ultrafiltration.

## 1 INTRODUCTION

Dans les industries textiles, les rejets polluants [1,2] entraînent de sérieux problèmes sur l'environnement [3,4] à cause de leur coloration intense, leurs teneurs élevées en matières organiques difficilement biodégradables (détergeant, tensioactifs ...), en matières en suspension et en sels. L'augmentation de la demande en eau et l'évolution de la législation sur les rejets nécessitent le recours à des procédés très performants de traitement des eaux polluées.

De nombreuses études ont été effectuées dans le but de traiter ces effluents en identifiant des méthodes de traitement économiques, telles que les traitements biologiques [5,6], oxydation [7,8], procédés membranaires [9,10], adsorption sur matériaux [11], coagulation-floculation [12,13], électrocoagulation [14,15].

Malheureusement, tous ces procédés de décoloration présentent des inconvénients majeurs qui résident dans plusieurs aspects et limitent ainsi le choix d'un tel procédé pour le traitement de ces eaux.

Au cours de ce travail, nous avons opté au traitement des solutions modèles colorées (l'indigo et rouge cibacrone) successivement par la méthode d'adsorption en utilisant la résine anionique A500 comme un adsorbant et par le procédé d'ultrafiltration en utilisant une membrane synthétisée à base de polysulfone et de dioxyde de titane comme charge inorganique.

## 2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 2.1 CARACTÉRISTIQUES DES COLORANTS ÉTUDIÉS

Le Tableau 1 représente les caractéristiques physico-chimiques des colorants exploités (indigo et rouge cibacrone).

Tableau 1. Caractéristiques physico-chimiques des colorants utilisés.

	Indigo	Rouge cibacrone
Masse molaire (g.mol <sup>-1</sup> )	246	541
Solubilité dans l'eau	insoluble	soluble
Utilité	textile	textile
Tension de vapeur	faible	faible
λmax	660	550

### 2.2 ADSORBANT UTILISÉ POUR LE TRAITEMENT (RÉSINE ANIONIQUE A500)

La résine anionique A500 est un produit commercialisé par la Société Shanxi Xinhua Chemical Co. Ltq., de pureté 95%, existe sous forme de perles sphériques claires, ayant une structure chimique R-N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OH)<sup>+</sup>, une capacité d'échange totale égale à 1.15 éq/l mn et une densité de 0.65 à 0.75 g/l.

### 2.3 MEMBRANE UTILISÉE POUR ULTRAFILTRATION

La membrane synthétisée a été obtenue par la méthode de l'inversion de phase dont le collodion ayant la formulation : polysulfone/TiO<sub>2</sub>/DMF (figure 1) respectivement dans les proportions en poids 9%/1%/90%. Le mélange préparé a été laissé sous agitation à l'aide d'un agitateur magnétique avec une vitesse de 560 tr/min pendant 120 min sous une température et pression normale. Puis immergé immédiatement dans un bain de coagulation (non solvant) pour obtenir une membrane type asymétrique. La membrane synthétisée a été caractérisée successivement selon les propriétés hydrodynamiques et par Microscope polarisant.

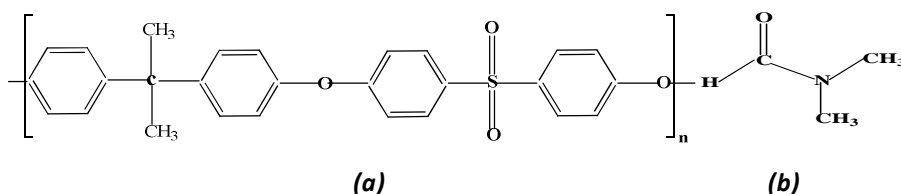


Fig. 1. Structures de polysulfone (PSU) (a) et de N, N-diméthylformamide (DMF) (b).

## 2.4 MICROSCOPE POLARISANT «LEINTZ LABORLUX 11 POLS »

C'est un microscope optique utilise la lumière particulière appelée la lumière polarisée (LP). Cette dernière est la lumière ordinaire (naturelle ou artificielle) est vibre dans toutes les directions dans un plan perpendiculaire au trajet de la propagation. Cette lumière ordinaire traverse par la suite un filtre particulier (filtre polarisant).



Fig. 2. Microscope polarisant.

## 2.5 MESURE D'ÉPAISSEUR DE LA MEMBRANE PAR LE MICROMÈTRE

L'épaisseur de la membrane (E) a une influence sur le flux et la sélectivité, elle peut être modifiée en changeant les caractéristiques de la règle qui sert à leur préparation. Cette grandeur est déterminée par deux mesures  $L_1$  et  $L_2$  telle que  $E = L_2 - L_1$ , avec  $L_1$  = l'épaisseur du substrat = 2240  $\mu\text{m}$  et  $L_2$  = l'épaisseur de substrat plus la membrane en  $\mu\text{m}$ .

## 3 RÉSULTATS ET DISCUTIONS

### 3.1 TRAITEMENT DES COLORANTS PAR L'ULTRAFILTRATION

#### 3.1.1 CARACTÉRISATION HYDRODYNAMIQUE DE LA MEMBRANE

##### (a) L'INFLUENCE DU TEMPS ET DE LA PRESSION SUR LA PERMEABILITE DE LA MEMBRANE

La perméabilité de la membrane synthétisée dépend de plusieurs paramètres, parmi lesquelles nous avons retenu la pression, le temps, la nature de la membrane, la nature du polluant à éliminer et la taille des pores de la membrane.

Les figures 3 (a) et 3 (b) représentent respectivement l'influence de la pression et du temps sur la perméabilité de la membrane.

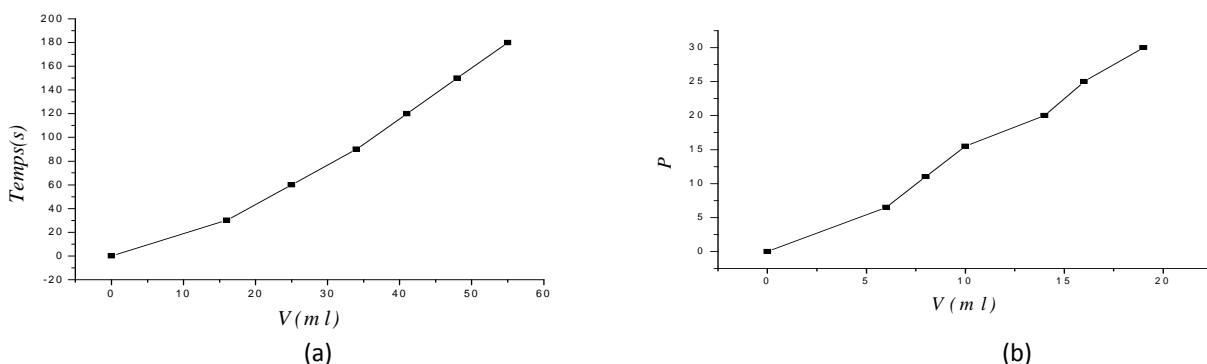
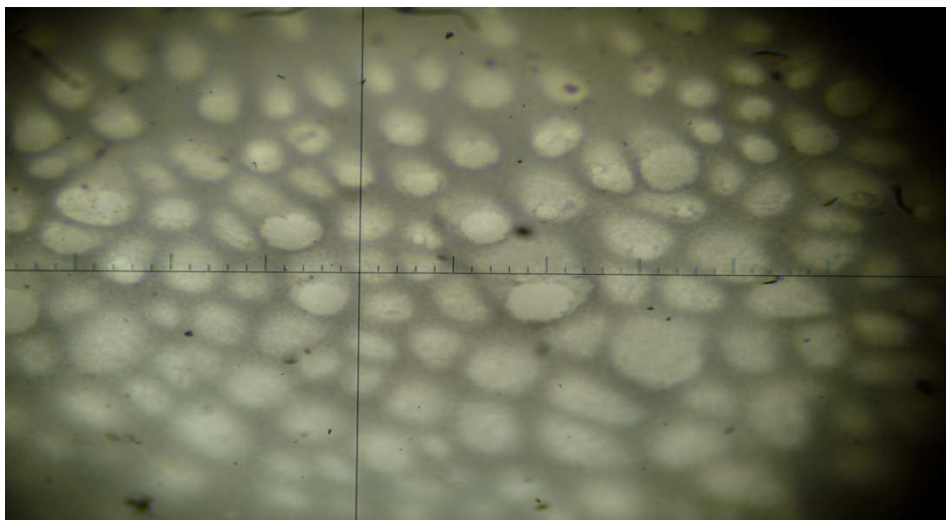


Fig. 3. L'influence de temps (a) et de la pression (b) sur la perméabilité de la membrane

D'après ces deux courbes de la figure 3, nous avons constaté que le débit du filtrat augmente progressivement lorsque la pression et le temps augmentent, cette augmentation de débit est assez proportionnelle avec la pression exploitée.

### 3.1.2 CARACTÉRISATION HYDRODYNAMIQUE DE LA MEMBRANE



*Fig. 4. Photographie par le microscope polarisé*

D'après la figure 4, nous avons observé que la dispersion de la charge inorganique dioxyde de titane sur la surface de la membrane synthétisée, qui se fait d'une façon homogène est dans l'objectif principalement pourrait être l'augmentation des propriétés mécaniques de la membrane.

Quant à la densité de porosité pourrait s'évaluer par la suite en utilisant le Microscopie électronique à balayage

### 3.1.3 MESURE D'ÉPAISSEUR DE LA MEMBRANE

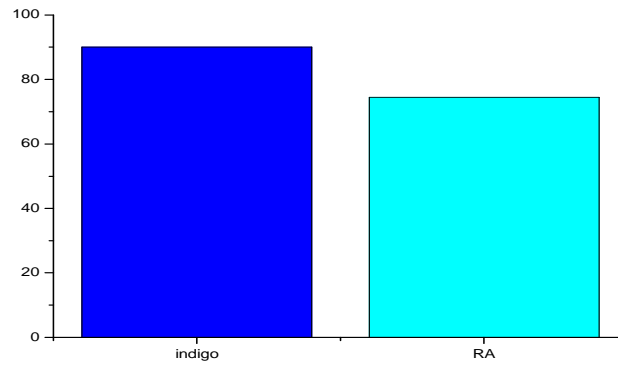
D'après la relation  $E = L_2 - L_1$ , nous avons calculé et enregistré dans le Tableau 2 l'épaisseur de la membrane à l'aide du Micromètre.

*Tableau 2. L'épaisseur de la membrane synthétisée*

$L_1$ en $\mu\text{m}$	$L_2$ en $\mu\text{m}$	E en $\mu\text{m}$
2240	2480	240

### 3.1.4 TAUX DE DÉCOLORATION DES COLORANTS TRAITÉS

Le taux de décoloration c'est la quantité des colorants éliminée. La figure 5 représente le taux de décoloration des colorants étudiés (indigo et rouge cibacrone).



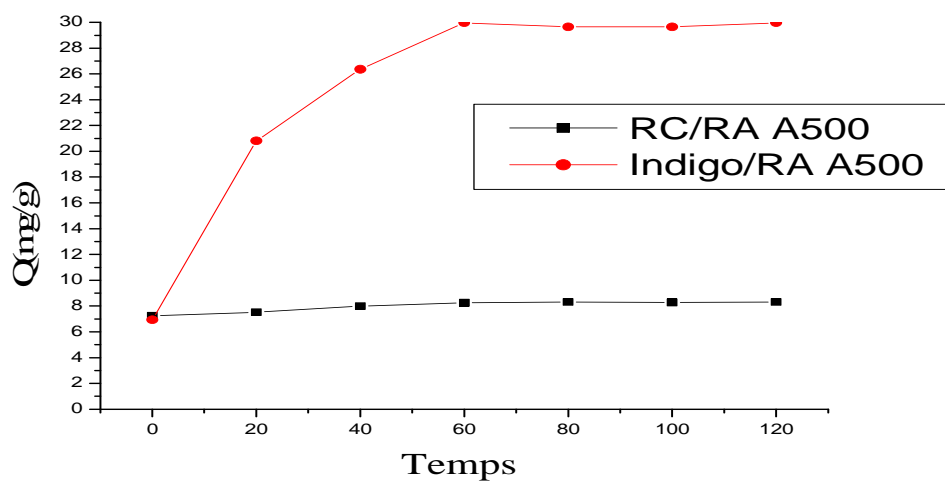
**Fig. 5.** le taux de décoloration des solutions colorés d'indigo et de rouge cibacrone

D'après les résultats de la figure 5, nous observons que le taux de décoloration de rouge cibacrone et d'indigo sont respectivement de l'ordre de 90% et de 74.42%. Ces valeurs montrent que la technique d'ultrafiltration présente des résultats satisfaisants pour les deux colorants étudiés.

### 3.2 TRAITEMENT DES COLORANTS PAR L'ADSORPTION

#### 3.2.1 LA CINÉTIQUE D'ADSORPTION

La cinétique d'adsorption est une caractéristique la plus importante dans le traitement des effluents par cette technique. Dans la figure 6, nous avons représenté la cinétique d'adsorption des couples indigo/A500 et RA/A500 en fonction du temps.



**Fig. 6.** Cinétique d'adsorption d'indigo et de rouge cibacrone sur le RA A500.

D'après la figure 6, nous avons observé que les quantités d'adsorption des couples indigo/A500 et RA/A500 restent invariable respectivement à partir de 29.97 mg/g et 8.32 mg/g après 60 mn d'agitation.

#### 3.2.2 LA CINÉTIQUE DES PARAMÈTRES D'ADSORPTION

##### (a) L'INFLUENCE DE LA MASSE SUR LA QUANTITE D'ADSORPTION

Dans les figures 7 et 8, nous avons représenté les variations de la quantité d'adsorption en fonction des masses de résine anionique RA A500 en poudre avec un temps de contact de 2 heures. La concentration initiale de la solution modèle (indigo) est de 20 mg/l.

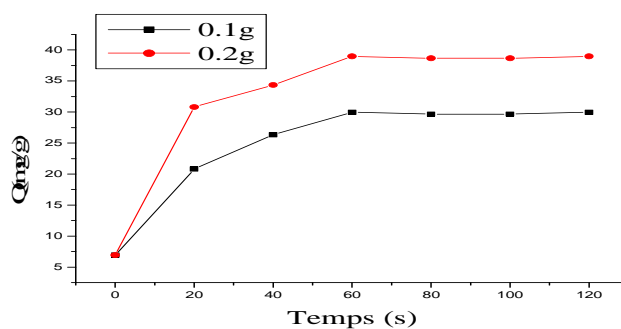


Fig. 7. Influence de la masse du RA A500 sur la quantité d'adsorption de l'indigo en fonction du temps.

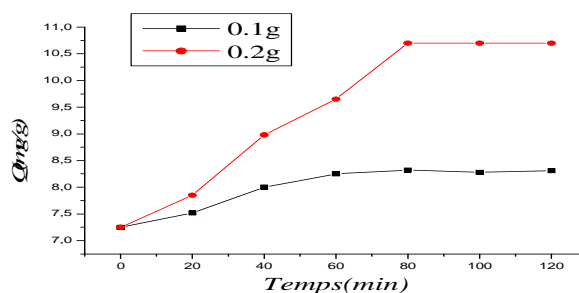


Fig. 8. Influence de la masse de RA A500 sur la quantité d'adsorption du rouge cibacrone en fonction du temps.

L'examen des courbes des figures 4 et 5 montre l'influence de la masse de l'adsorbant sur la capacité d'adsorption de ces colorants (l'indigo et rouge cibacrone). En effet, cette dernière croît en même temps que l'augmentation de la masse du support et la vitesse d'agitation de ce substrat.

#### (b) L'INFLUENCE DE PH SUR LA QUANTITE D'ADSORPTION

Le pH initial de l'effluent de l'eau colorée est un facteur opératoire important qui influence les performances du processus d'adsorption. Pour démontrer son effet sur le rendement du traitement, le pH de l'effluent a été ajusté entre 1.5, 6.5 et 10.5.

Les courbes des figures 9 et 10 représentent l'influence du pH sur la quantité d'adsorption en fonction de temps.

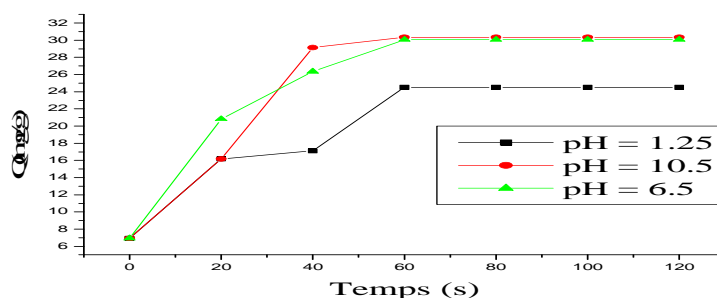


Fig. 9. Effet du pH sur l'adsorption du couple l'indigo/RA A500

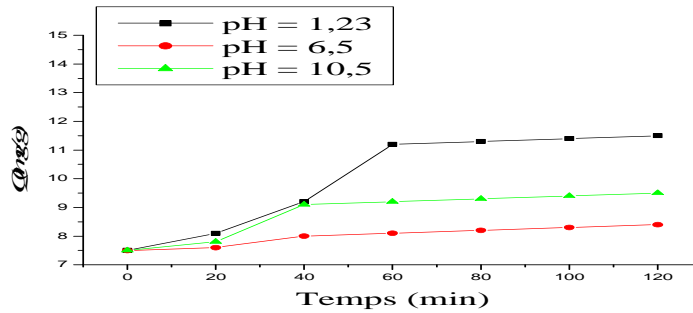


Fig. 10. Effet du pH sur l'adsorption du couple l'indigo/A500

D'après ces résultats obtenus, nous avons observé que l'adsorption par le couple indigo/RA A500 est importante aussi bien en milieu acide qu'en milieu proche du neutre. Par contre, au niveau du couple rouge cibacrone/RA A500, l'influence de pH a été nettement importante en milieu acide.

(c) L'INFLUENCE DE LA TEMPERATURE SUR LA QUANTITE D'ADSORPTION

Les figure 11 et 12 représentent respectivement l'influence de la température (20°C, 40°C, 60°C et 80°C) sur l'adsorption des couples indigo/RA A500 et rouge cibacrone/ RA A500 à 120 minutes d'agitation. La capacité d'adsorption de la résine anionique RA A500 en fonction du temps augmente.

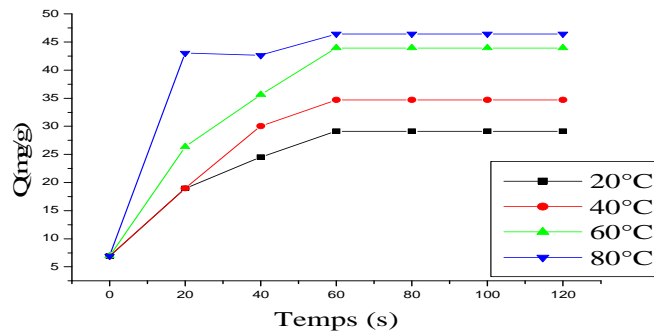


Fig. 11. Effet de la température sur la quantité d'adsorption de l'indigo sur le RA A500

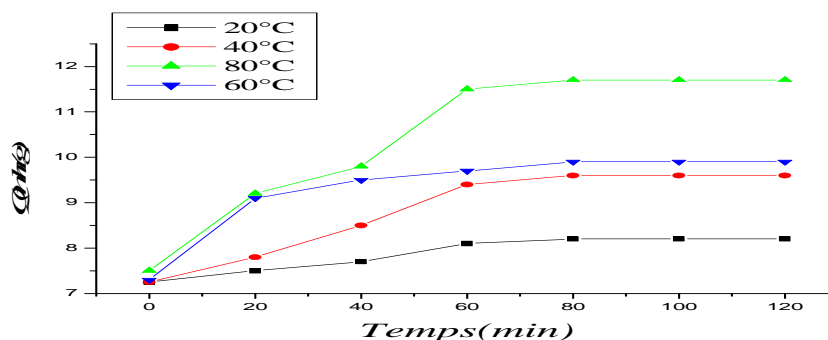


Fig. 12. Effet de la température sur la quantité d'adsorption de rouge cibacrone sur le RA A500

#### 4 CONCLUSION

Au cours de ce travail, nous pouvons conclure que l'adsorption et l'ultrafiltration donnent des bons résultats pour le traitement des solutions modèles colorées de rouge cibacrone et d'indigo. Le taux de décoloration de ces derniers a été enregistré respectivement d'ordre de **92%** et **80%** pour l'adsorption et de l'ordre de **90%** et **74.42%** pour l'ultrafiltration. Les paramètres d'adsorption (pH, masse du substrat, Température et Temps) jouent un rôle très important sur la quantité d'adsorption.

#### REFERENCES

- [1] Y. Fu and T. Viraraghavan -Fungal decolorization of dye wastewaters: a review. *J. Biores. Techn.*, 79: 251–262, (2001).
- [2] T. Robinson, G. McMullan, R. Marchant and P. Nigam -Remediation of dyes in textile effluents: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. *J. Biores. Techn.*, 77: 247–255, (2001).
- [3] I. Muñoz, M.J. Gómez-Ramos, A. Agüera, J.F. García-Reyes, A. Molina-Díaz and R. Fernández-Alba -Chemical evaluation of contaminants in wastewater effluents and the environmental risk of reusing effluents in agriculture. *J. Trends Anal Chem*, 28: 676–694, (2009).
- [4] N. Bolong, A.F. Ismail, M.R. Salim and T. Matsuura, -A review of the effects of emerging contaminants in wastewater and options for their removal. *J. Desalina.*, 239: 229–246, (2009).
- [5] F.A. El-Gohary, S.I. Abou-Elela and H.I. Aly - Evaluation of biological technologies for wastewater treatment in the pharmaceutical industry. *J. Water Sci. Technol*, 32: 13–20, (1995).
- [6] C. Sirtori, A. Zapata, I. Oller, W. Gernjak, A. Agüera and S. Malato -Solar photo-fenton as finishing step for biological treatment of a pharmaceutical wastewater. *J. Environ. Sci. Technol.* 43: 1185–1191, (2009).
- [7] T. Mandal, S. Maity, D. Dasgupta and S. Datta -Advanced oxidation process and biotreatment: their roles in combined industrial wastewater treatment. *J. Desalina.* 250: 87–94, (2010).
- [8] S. Collado, A. Laca and M. Diaz -Decision criteria for the selection of wet oxidation and conventional biological treatment. *J. Environ. Manage*, 102: 65–70, (2012).
- [9] E.O. Akdemir and A. Ozer -Investigation of two ultrafiltration membranes for treatment of olive oil mill wastewater. *J. Desalina.*, 249: 660–666, (2009).
- [10] A. Cassano, C. Conidi, and E. Drioli -Comparison of the performance of UF membranes in olive mill wastewaters treatment. *J. Water Res.*, 45: 3197–3204, (2011).
- [11] A. Mittal, D. Kaur and J. Mittal, -Batch and bulk removal of a triarylmethane dye, Fast Green FCF, from wastewater by adsorption over waste materials. *J. Hazard. Mater.*, 163( 2–3) 568–577, (2009).
- [12] S.A. Parsons and B. Jeffersons -Introduction to Potable Water Treatment Process. *Blackwell Publishing* 145, (2006).
- [13] M. Berradi, Z. Chabab, H. Arroub, H. Nounah and A. El Harfi -Optimization of the coagulation/flocculation process for the treatment of industrial wastewater from the hot dip galvanizing of steel- *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (2) : 360-36, (2014)
- [14] A. Giannis, M. Kalaitzakis and E. Diamadopoulos -Electrochemical treatment of olive mill wastewater. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 82, pp. 663–671, (2007).
- [15] H. Inan, A. Dimoglo, H. Simsek and M. Karpuzcu -Olive oil mill wastewater treatment by means of electro-coagulation. *J. Sep. Purif. Technol.*, 36, pp. 23–31, (2004).