

VALORISATION DES PELURES DE POMMES DE TERRE POUR LE TRAITEMENT DES EAUX DES REJETS TEXTILES

K. BOUHADJRA^{*(1)}, N. OUBAGHA⁽¹⁾, W. LEMLIKCHI⁽¹⁾, M.O.MECHERRI⁽¹⁾

⁽¹⁾Laboratoire de chimie appliqué et génie chimie (LCAGC), Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou
Auteur correspondant : fodhilkahina@hotmail.fr

Résumé

Les propriétés adsorbantes d'un déchet agricole telles que les pelures des pommes de terre (PPT) ont été étudiées à partir des isothermes d'adsorption du colorant bleu turquoise (BT) à 25°C. L'équilibre d'adsorption a eu lieu pour une masse en adsorbant (m= 0,15g) en milieu fortement acide (pH= 2,1). L'étude a permis de déterminer le type d'adsorption: l'adsorption obéit à l'isotherme de Freundlich avec une capacité maximale d'adsorption, déterminée par le modèle de Langmuir de Type I égale à 76,92mg/g. Les chaleurs d'adsorption obtenues (< 40 kJ/mol) montrent qu'il s'agit d'une adsorption physique.

Mots clés : Traitement, adsorption, colorant anionique, déchet agricole.

1. INTRODUCTION

Le traitement des eaux contaminées par des métaux ou des micro-polluants du type colorants ou autres, fait en général intervenir des techniques onéreuses telles que la précipitation, la filtration sur membrane, l'échange d'ions, l'adsorption sur charbon actif, etc. des techniques alternatives sont aujourd'hui étudiées afin d'une part, réduire les coûts de traitement et d'autre part utiliser au maximum des ressources renouvelables et valoriser des déchets issus d'activités industrielles ou agricoles. En général, un matériau adsorbant est économique s'il est utilisable dans un procédé simple et s'il est abondant naturellement (au moins localement). La présente étude s'inscrit dans cette perspective en essayant de tester des matériaux issus de déchets agro-alimentaires, particulièrement les pelures de pomme de terre (PPT), afin d'éliminer certains polluants organiques tels que les colorants textiles, et on a choisit comme colorant le bleu turquoise (BT).

2. MATERIELS ET METHODES

2.1 Méthode batch

L'absorbance de la solution du colorant BT restante après traitement C_e (mg/L) est mesurée par un spectromètre UV/visible (UV-1601PC SHIMADZU) pour une longueur d'onde $\lambda_{max} = 667$ nm. La quantité de colorant adsorbée q_e (mg/g) ainsi que le rendement d'élimination du colorant (R%) sont calculés par les relations (1) et (2) respectivement:

$$q_{ads} = \frac{(C_0 - C_e) * V}{m} \quad (1)$$

$$R(\%) = \frac{C_0 - C_e}{C_0} * 100 \quad (2)$$

Avec : q_{ads} est la quantité adsorbée à l'instant t en (mg/g), V est le volume de la solution en (L), C_0 et C_t sont respectivement, la concentration initiale et la concentration à l'instant t du colorant en (mg/L) et m la masse de l'adsorbant en (g).

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Avant de procéder à l'étude de l'isotherme d'adsorption, nous avons d'abord essayé de déterminer les paramètres optimums. L'équilibre d'adsorption a eu lieu pour une masse en adsorbant ($m= 0,15g$) et en milieu fortement acide ($pH= 2,1$).

3.1 Isothermes d'adsorption

Afin d'étudier le pouvoir adsorbant de notre système, nous avons appliqué deux modèles différents : Langmuir et Freundlich [1, 2]. L'isotherme d'adsorption a été étudiée pour des concentrations en colorant BT allant de 10 à 250mg/l (Figure 1). A partir de l'isotherme de Langmuir, cinq formes linéaires ont été étudiées afin de choisir le meilleur modèle à partir du coefficient de régression R^2 . Les formes linéaires et non linéaires des deux modèles sont représentées sur le (Tableau 1). Il a été trouvé que l'isotherme de Freundlich déterminée par la courbe $\text{Ln}q_e = f(\text{Ln}C_e)$ a donné le meilleur ajustement (Tableau 2). La quantité maximale adsorbée déterminée par le modèle de Langmuir est égale à 76,92mg/g.

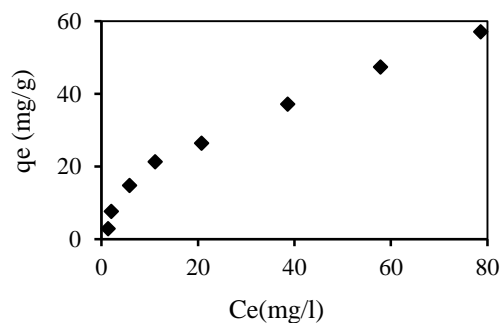


Figure1 : Isotherme d'adsorption du BT sur les PPT

Tableau1 : Différents modèles d'isotherme

Modèle de l'isotherme	Linéaire	Non linéaire
Langmuir	$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{Q_{\max}K_L} + \frac{C_e}{Q_{\max}}$	$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{Q_{\max}K_L} + \frac{C_e}{Q_{\max}}$
Freundlich	$Q_e = K_f \cdot C_e^{1/n}$	$\text{Ln}Q_e = \frac{1}{n}\text{Ln}C_e + \text{Ln}K_f$

Il est généralement admis que des faibles valeurs de $1/n$ ($0,1 < 1/n < 0,5$) sont caractéristiques d'une bonne adsorption, alors que des valeurs plus élevées révèlent une adsorption modérée ($0,5 < 1/n < 1$) ou faible ($1/n > 1$). Une caractéristique essentielle de l'isotherme de Langmuir peut être exprimée par une constante dimensionnelle notée paramètre d'équilibre R_L (ou facteur de séparation). La valeur de R_L déterminée par la relation (3) pour l'adsorption du BT sur les PPT est égale à 0,10 ce qui indique que notre adsorption est favorable.

$$R_L = \frac{1}{1+K_L \cdot C_0} \quad (3)$$

Avec : C_0 la concentration maximale du colorant BT (mg/l), K_L la constante de Langmuir et R_L la valeur indicatrice du type de l'isotherme pour être irréversible ($R_L=0$), favorable ($0 < R_L < 1$), linéaire ($R_L=1$) et non favorable ($R_L > 1$) [3].

Tableau 2 : Paramètres des différentes isothermes étudiées

Isotherme	Paramètres		R^2
Langmuir	q_{\max} (mg/g)	K_L (l/mg)	0,938
	76,92	0,033	
Freundlich	K_f (l/mg)	n	0,942
	1,752	1,536	

3.2. Etude thermodynamique

L'enthalpie libre standard ΔG^0 est déterminée par la relation (4)

$$\Delta G^0 = -RT \ln K_c \quad (4)$$

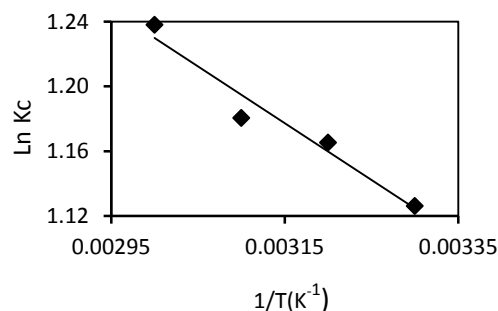
Avec : ΔG^0 : enthalpie libre de Gibbs (kJ mol^{-1}) ; R la constante des gaz parfaits ($8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$), T la température absolue (K) et K_c la constante d'équilibre calculée comme suit : $K_c = C_s / C_e$ tel que C_s (mg/L) la concentration du colorant adsorbé et C_e (mg/L) la concentration du colorant à l'équilibre.

Les valeurs de l'enthalpie ΔH^0 et l'entropie ΔS^0 peuvent être déterminées à partir de la relation de Van't Hoff (5).

$$\ln K_c = \frac{-\Delta H^0}{RT} + \frac{\Delta S^0}{R} \quad (5)$$

Le tracé de la droite $\ln K_c = f(1/T)$ nous renseigne sur les valeurs moyennes des variations d'enthalpie et d'entropie de l'adsorption du BT sur les PPT dans le domaine de la température étudié (Figure 2). Les paramètres thermodynamiques sont inscrits sur le (Tableau 3).

Figure 2 : Equation de Van't Hoff de l'adsorption du BT sur les PPT



Les valeurs négatives de ΔG^0 suggèrent que l'adsorption du BT sur les PPT est très favorable. Les valeurs de ΔH^0 et ΔS^0 sont égales à 6,817 KJ.mole⁻¹ et à 44,01 J.mole.K⁻¹ respectivement, les valeurs positives de ΔH^0 et de ΔS^0 montrent respectivement que l'adsorption est endothermique reflète une augmentation aléatoire du désordre sur l'interface solide/solution durant l'adsorption. La valeur de ΔG^0 comprise entre -20 et 0 KJ.mole⁻¹ [4] et celle de ΔH^0 qui appartient à l'intervalle (1- 93 KJ.mole⁻¹) [5] montrent que l'adsorption est physique.

Tableau 3 : Paramètres thermodynamiques de l'adsorption du BT sur les PPT

$-\Delta G^0$ (KJ.mole ⁻¹)				ΔH^0 (KJ.mole ⁻¹)	ΔS^0 (J.mole.K ⁻¹)
298K	308K	318K	328K	6,817	44,01
6,416	6,862	7,197	7,771		

4. CONCLUSION

L'objectif de cette étude consiste en la préparation des adsorbants à partir de déchets de l'agriculture afin d'obtenir un produit applicable dans le traitement des eaux et notamment pour la décoloration des effluents utilisés dans l'industrie textile (élimination d'un colorant anionique BT). C'est un adsorbant à faible coût. Nous avons trouvé que $0 < R_L < 1$, donc on peut dire que cette isotherme d'adsorption est favorable pour le colorant BT. Nos résultats montrent que l'isotherme d'adsorption du colorant BT sur les PPT suit le modèle de Freundlich. Les paramètres thermodynamiques obtenus sont des valeurs négatives pour ΔG^0 indiquant une réaction d'adsorption spontanée, des valeurs positives pour ΔH^0 traduit par un processus endothermique et des valeurs positives pour ΔS^0 , ce qui montre que les molécules du BT restent moins ordonnées sur l'interface solide/ solution au cours du processus.

REFERENCES

- [1] I. LANGMUIR, (1918) « The constitution and fundamental properties of solids and liquids » J. Am. Chem. Soc. 40, 1361.
- [2] H. FREUNDLICH, (1926) Colloid and Capillary Chemistry. Methuen, London.
- [3] N.M. Mahmoodi., M .Arami., 2008. Modelling and sensitivity analysis of dyes adsorption onto natural adsorbent from colored textile wastewater. Journal of Applied Polymer Science 109, 4043–4048.
- [4] A. Ozcan., E.M. Oncu., A.S. Ozcan., 2006. Kinetics, isotherm and thermodynamic studies of adsorption of Acid Blue 193 from aqueous solutions onto natural sepiolite. Colloids and Surfaces A277, 90–97.
- [5] M. El Haddad., R. Mamouni., N. Saffaj., S. Lazar., 2012. Removal of a cationic dye – Basic Red 12 – from aqueous solution by adsorption onto animal bone meal. Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences 12,48-54.