

## Elimination du colorant direct “Bleu Solophényle GL” en solution aqueuse par matériaux biodegradables

N. Oubagha , W. Lemlikchi\*, Y. Zidane, K. Bouhadjra, M.O. Mecherri.

Université Mouloud Mammeri Laboratoire LCAGC, Tizi-Ouzou 15000 Algérie

\*Corresponding author: w.lemlikchi@gmail.com

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received : 07/03/2016

Accepted : 05/07/2016

#### Mots clés :

Adsorption ;  
Adsorbant naturel ;  
Colorant textile ;  
Isothermes ;  
Modèle.

#### Key Words:

Adsorption;  
Natural adsorbent;  
Textile dye;  
Isotherms;  
Models.

### ABSTRACT/RESUME

**Résumé:** Les matériaux comme déchets peuvent être utilisés pour la biosorption des colorants. Dans ce travail nous nous sommes intéressés à l'élimination d'un colorant textile, Bleu Solophényle GL (CI direct 71), à partir de solutions aqueuses synthétiques à l'aide de trois matériaux déchets d'origine agricole : la peau de grenade, la peau d'orange variété Thomson et la peau de banane ; à pH neutre et à température ambiante en mode batch. Ce colorant direct est utilisé dans l'industrie textile de Draa Ben khedda COTITEX Tizi-Ouzou Algérie, et pose de problème quant à son élimination. L'approche utilisée est l'étude de la variation de la cinétique et d'équilibre de sorption du colorant testé par chaque biomatériau, en mode batch. L'influence de temps de contact, de la concentration initiale en colorant et de la quantité d'électrolyte NaCl sur la cinétique de sorption ont permis de constater une amélioration sensible de la capacité et la vitesse d'adsorption du bleu solophényle GL sur ces supports. Par ailleurs, l'adsorption de ces composés est bien décrit par le modèle cinétique de Langmuir.

**Abstract:** The aim of this present study was to evaluate the feasibility of using chicken eggshells as low-cost biosorbent for nickel(II) ions adsorption from aqueous solutions. In order to clarify the adsorption process, batch experiments were performed to study the effect of operating parameters such as biosorbent dose (1-10 g/L), initial concentration of nickel ions (10-50 mg/L), contact time (5-120 min) and temperature (20-50 °C). To describe the adsorption equilibrium, the experimental data were analyzed by the Langmuir, Freundlich and Temkin isotherm models. The Freundlich model showed better representation of data ( $R^2 > 0.999$ ). The maximum adsorption capacity of chicken eggshells for nickel ions was approximately  $2.3 \text{ mg g}^{-1}$  at 20 °C. The results of the present study suggest that chicken eggshells can be used beneficially as low-cost biosorbent for nickel(II) ions adsorption from aqueous solution.

### I. Introduction

Les méthodes conventionnelles utilisées pour le traitement des eaux résiduelles contenant des colorants, des composés aromatiques, des métaux lourds sont généralement chères et parfois inefficaces surtout pour des volumes importants

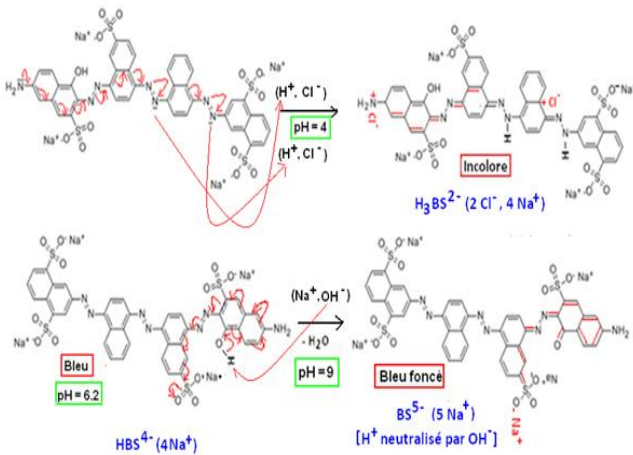
d'eaux résiduelles ayant des concentrations relativement réduites en composés volatils [1]. Par conséquent des méthodes d'obtention de biosorbants ayant une fonctionnalité améliorée sont toujours en cours de développement. Sont efficace pour le traitement des effluents industriels, à un cout économiquement acceptable [2]. Dans

beaucoup de cas, ces matériaux ont été expérimentés avec succès, en ce sens que leurs capacités et vitesses d'adsorption, sont parfois très proches de celles des charbons actifs commerciaux [3]. Dans ce présent travail, nous présentons les résultats relatifs à l'adsorption sur trois matériaux déchets d'origine agricole (peaux d'orange :Thomson, écorces de grenade et pelures des bananes) du bleu solophényle GB (BS). Pour ce faire, nous avons déterminé le temps de contact, l'influence de paramètres tels que le pH, les sels, la concentration initiale en substrat.

## II. Materials and methods

### II.1 Matériels

Le colorant bleu solophényle GL est un colorant direct d'indice CI direct blue 71, il est destiné à l'impression des fibres cellulosiques. Devient incolore au milieu fortement acide, on peut expliquer ce phénomène par la dégradation des groupements actifs azoïque aux groupements amines par protonation ; ainsi aux valeurs de pH basique, le colorant se déprotonne, devient bleu foncé. Le groupement hydroxyle (-OH) devient (-O<sup>-</sup>,Na<sup>+</sup>); qui se stabilise par mésomérie (figure 1).



**Figure 1.** Structure de Bleu Solophényle GL au milieu neutre ( $HBS^{4-}$ ), acide ( $H_3BS^{2-}$ ) et basique ( $BS^{5-}$ )

Les déchets bruts utilisés dans ce travail sont d'origine agricole de la région de Tizi-Ouzou (Algérie), la peau d'orange (Thomson), la peau de grenade et la peau de banane ; laver avec de l'eau de robinet jusqu'à ce que le filtrat devienne transparent et son pH se stabilise en changeant à chaque fois l'eau ; sécher dans l'étuve à 50-60 °C pendant 24 heures, puis broyer à l'aide d'un mortier. Par suite, ces matériaux sont rincés avec l'eau distillée, la suspension obtenue est agitée à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 24h à une vitesse de 350 tr/min à une température ambiante ; puis à nouveau ont été séchés dans l'étuve à 50 -

60 °C jusqu'à l'obtention d'une masse constante, et enfin broyer pour obtenir des matériaux homogènes donnant des grains de petite taille inférieure à 0,5 mm. On a suivi l'évolution du pH pour les trois bioadsorbants dans l'eau distillée, on a constaté que le pH<sub>e</sub> est stable après 5 min à pH neutre.

## II.2 Méthodes

### II.2.1 Les expériences d'adsorption

Les expériences d'adsorption ont été effectuées en bath dans un agitateur va et vient thermostaté à 25 °C à différentes valeurs initiales du pH et de la concentration en colorant ; ont été exécutées en introduisant une quantité précisément pesée d'adsorbant dans un volume de 100 mL de solution synthétique du colorant bleu solophényle GL. L'absorbance de la solution du surnageant a été mesurée en utilisant un spectromètre UV/visible, à la longueur d'onde qui correspond à l'absorbance maximale de l'échantillon ( $\lambda = 587$  nm).

La concentration  $C_t$  en colorant synthétique dans le mélange de réaction a été calculée à l'aide de la courbe d'étalonnage dont l'équation est donnée par:

$$C_t = \frac{A_{587}}{0,036} \text{ mg/l} \quad (1)$$

Où  $A_{587}$  est l'absorbance de l'échantillon à la longueur d'onde 587 nm

La capacité d'adsorption du colorant Bleu solophényle a été calculée en utilisant l'équation suivante :

$$q_t = \frac{C_0 - C_t}{m} V \quad (2)$$

Où  $q_t$  est la quantité adsorbée à l'instant  $t$  (min),  $C_0$  (mg/l) est la concentration initiale du soluté,  $C_t$  (mg/l) est la concentration en colorant à l'instant  $t$  dans la solution,  $V$  (l) est le volume de la solution,  $m$  (g) est la masse de l'adsorbant en solution.

### II.2.2 L'influence du pH

L'influence du pH de la solution sur l'adsorption a été étudiée sur une gamme de pH 6 - 11. Les expériences ont été réalisées à température constante 25 °C en 1h, en ajoutant 1g de peau de grenade (orange) et 0,4 g de peau de banane à 100 ml de la solution de BS (20 mg/l). Le pH de la solution colorant-adsorbant a été ajusté en ajoutant HCl (1 M) et NaOH (1 M).

### II.2.3 L'influence de la concentration initiale en colorant

1 g de peau d'orange (grenade) et 0,4 g de peau de banane ont été ajoutés à 100 ml de chacune des

des trois solutions du BS dont la concentration initiale est de 5, 10 et 20 mg/l.

#### II.2.4 Mécanisme de la cinétique d'adsorption

Afin d'examiner le mécanisme d'adsorption, les modèles cinétiques du pseudo-premier-ordre et du pseudo-second-ordre ont été utilisés pour tester les données expérimentales dynamiques [4,5].

#### II.2.5 Effet de sel

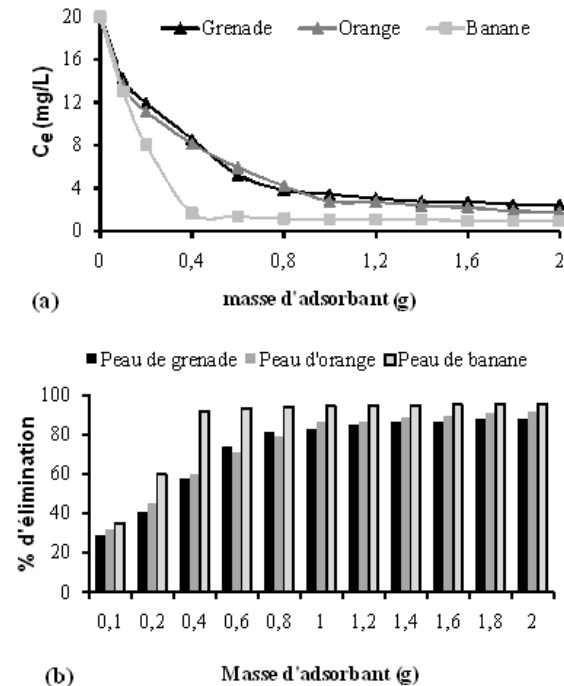
Il est connu que les eaux naturelles et contaminées contiennent des ions organiques et inorganiques. Pour ces derniers, il s'agit principalement de cations de métaux lourds et légers et d'anions tels que les nitrates, les chlorures, les sulfates, les carbonates et les hydrogencarbonates. Lors d'un traitement d'un rejet textile par électrocoagulation, la conductivité augmente considérablement par ajout de sels pour réduire la consommation d'énergie et la tension  $U$  entre les électrodes, en raison de la diminution de la résistance de l'eau polluée. Le chlorure de sodium réduit de manière significative les effets indésirables d'autres anions [6,7]. Ainsi dans le but de pouvoir déceler d'éventuelles interactions et de mieux comprendre l'impact de ces ions sur le processus de rétention de colorant sur les biosorbants testés, des expériences préliminaires ont été conduites sur des mélanges constitués par le sel NaCl à différentes concentrations ( $10^{-1}$  M,  $10^{-2}$  M et  $10^{-3}$  M) et le colorant BS (100 ml ; 20 mg/l), pour un temps de réaction de 4h et en absence de support. Dans ces conditions, on n'a constaté aucune évolution thermique de ces mélanges étant donné que le spectre UV/visible de ce colorant n'a subi aucune variation dans son ensemble.

### III. Results and discussion

#### III.1. Effet de la quantité d'adsorbant

Afin d'estimer la quantité optimale des matériaux brutes testés à ajouter à la solution colorée, les expériences ont été menées en utilisant 100 ml de la solution de bleu solophénylène GL (BS) à 20 mg/l, à laquelle différentes quantités d'adsorbant ont été ajoutées en allant de 0,1 à 2 g, puis laissés sous agitation pendant 24 h. La figure 2-a montre que la concentration de la solution colorée à l'équilibre diminue avec l'ajout de l'adsorbant jusqu'à la masse 1 g/100 ml pour la peau de l'orange et grenade et 0,4 g/100 ml pour la peau de banane ; à partir de cette valeur, la quantité adsorbée du colorant est stable. La quantité de colorant fixé à l'équilibre est de 0,41 mg/g (peau de grenade), 0,43 mg/g (peau d'orange) et 1,15 mg/g (peau de banane). Les pourcentages d'élimination de la couleur sont représentés sur la figure 2-b ; on

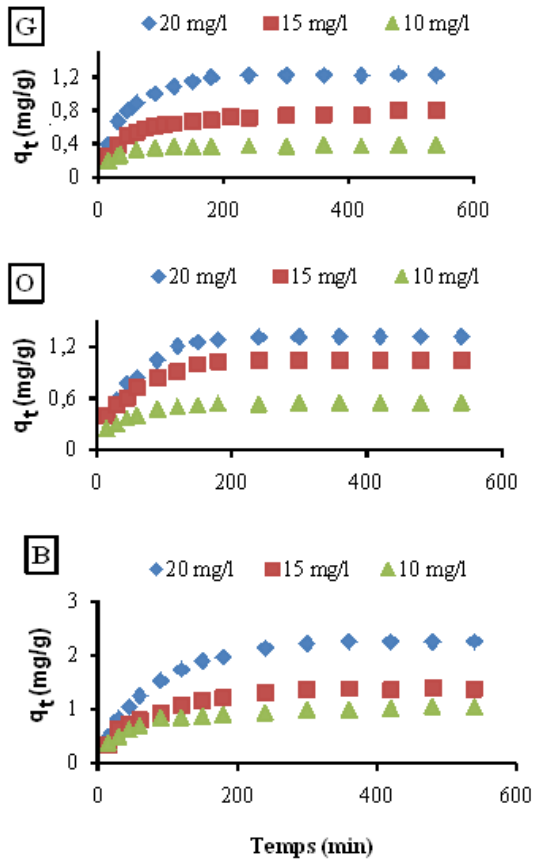
obtient 83 % (peau de grenade), 86 % (peau d'orange) et 92 % (peau de banane). Ce comportement peut être expliqué par le nombre de sites d'adsorption qui augmente avec la quantité d'adsorbant ; et à partir de laquelle le nombre de sites devient stable [6,7].



**Figure 2.** Influence de la masse d'adsorbant brute (grenade, orange et banane) (a) : sur la concentration résiduelle du colorant ; (b) sur le taux d'élimination du colorant ( $C_0 = 20$  mg/L ;  $V = 100$  ml ;  $T = 25^\circ\text{C}$  ;  $t = 24$  h ;  $\text{pH}$  initial de la solution ; granulométrie  $\leq 0,5$  mm).

#### III.2. Effet de la concentration initiale en colorant

Les courbes présentées sur la figure 3 montrent l'évolution de la quantité du colorant adsorbée par les matériaux (orange, grenade et banane) en fonction de temps à différentes concentration initiales en colorant (10,15, 20 mg/l). D'après ces courbes on constate que la vitesse d'adsorption croît en même temps que l'augmentation de la concentration initiale en colorant, ainsi que la quantité adsorbée à l'équilibre augmente aussi avec la concentration. Ceci s'explique par la diffusion des molécules de colorants sur les sites présents à la surface des adsorbants [8].

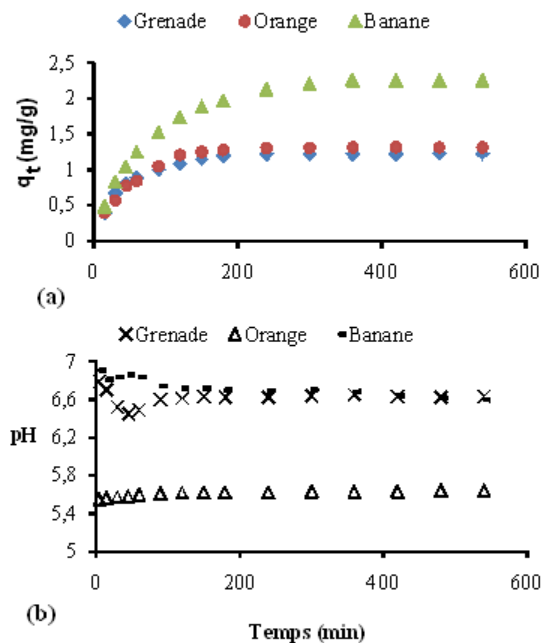


**Figure 3.** Influence de la concentration initiale en colorant sur l'adsorption du colorant Bleu solophényle GL (BS) sur les supports testés (G : Grenade ; O : Orange ; B : Banane ; masse d'adsorbant = 1 g de l'orange et grenade et 0,4 g de banane ; granulométrie  $\leq 5$  mm) ;  $T = 25$  °C ;  $pH$  initial de la solution).

### III.3. Etude cinétique

La figure 4-a représente la cinétique de sorption du colorant BS par les trois matériaux choisis pendant 9h, à une concentration initiale de 20 mg/l à  $pH_0 = 5,55 - 6,86$  ; on remarque que les quantités fixées de colorant par les trois matériaux testés augmentent quelque soit le support utilisés ; ainsi nous permet de déterminer que la vitesse d'adsorption de colorant BS est assez importante pendant les trois premières heures pour les trois supports traités, et tend vers la saturation (palier d'équilibre) de 3 heures pour le grenade et 4 heures pour l'orange et banane). A l'équilibre, les quantités de colorant sorbé suivent l'ordre suivant : 2,25 mg/g (peau de banane) > 1,31 mg/g (peau d'orange) > 1,22 mg/g (peau de grenade). Ceci peut être expliqué par le fait qu'initialement, les sites d'adsorption sont vacants, donc facilement accessibles aux molécules du colorant BS d'où un taux plus élevé d'adsorption ; cependant, après la période initiale, l'adsorption devient moindre due à une diffusion plus lente des espèces dissoutes à travers les pores de l'adsorbant [9]. La figure 4-b montre une diminution dans la valeur du  $pH$  initial

de la solution pour banane après 45 min (6.91 vers 6.6). Une augmentation dans sa valeur est observée pour l'orange après 5 min (5,55 vers 5,64) et pour grenade après 45 min (6,45 vers 6,62). Donc, au  $pH_i$  de la solution, le  $pH$  varie en fonction de temps et se stabilise à 90 min pour les trois biosorbants testés. On déduit que le  $pH_f$  des adsorbants est supérieur au  $pH_{pzc}$  (grenade  $pH_f = 6,63$  ; orange  $pH_f = 5,62$  et Banane  $pH_f = 6,72$ ). Donc la charge extérieure des adsorbants testés est négative. Deux modèles ont été appliqués pour décrire le mécanisme de la cinétique d'adsorption : pseudo-premier-ordre et le pseudo-second-ordre. On en déduit que la cinétique d'adsorption du BS sur les biomatériaux brutes testés est décrite par une cinétique de pseudo-second-ordre dans les valeurs des coefficients de corrélation  $R^2$  sont très proche de 1 et les valeurs des capacités d'adsorption calculées ( $q_e$  cal) sont très proches des valeurs obtenues expérimentalement ( $q_e$  exp) (tableau 1). Des résultats similaires ont été observés [4,7]. On remarque aussi qu'au fur et à mesure que la concentration augmente : - les valeurs des constantes de vitesse ( $K_{ads}$ ) diminuent de 0,052 à 0,0266  $g \cdot mg^{-1} \cdot min^{-1}$ , de 0,0475 à 0,0205  $g \cdot mg^{-1} \cdot min^{-1}$  et de 0,034 à 0,0127  $g \cdot mg^{-1} \cdot min^{-1}$  respectivement pour la peau de grenade, d'orange et de banane ; - les capacités d'adsorption augmentent de 0,4  $mg \cdot g^{-1}$  à 1,23  $mg \cdot g^{-1}$ , de 0,553  $mg \cdot g^{-1}$  à 1,32  $mg \cdot g^{-1}$  et de 1,12  $mg \cdot g^{-1}$  à 2,26  $mg \cdot g^{-1}$  respectivement pour la peau de grenade, d'orange et de banane (Tableau I).



**Figure 4.** Cinétique de sorption du colorant bleu solophényle GL (BS) par différents matériaux ; ( $C_0 = 20$  mg/L ; masse de l'adsorbant = 1 g pour l'orange et grenade et 0,4 g pour banane ;  $T = 25$ °C ;  $pH$  initial de la solution ; granulométrie : 0,3 - 0,5 mm)

**Tableau 1 :** paramètre cinétiques d'adsorption du colorant BS à différents concentrations pour les trois adsorbants (grenade (1 g/100 ml), orange 1 g/100 ml) banane (0,4 g/100 ml) ;  $T = 25^{\circ}\text{C}$  ;  $\text{pH}$  initial de la solution).

| Concentrations<br>$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | $q_e \text{ exp}$<br>$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ | Modèle du pseudo second-ordre                      |  |        |       |
|---|--|--|--|--------|-------|
|   |  | $q_e \text{ cal}$<br>$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ | $K_2$<br>$\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ | $R^2$  |       |
| Grenade   | 20   | 1,23   | 1,198  | 0,0266 | 0,992 |
|   | 15   | 0,8  | 0,899  | 0,0325 | 0,998 |
|   | 10   | 0,4  | 0,57   | 0,052  | 0,992 |
| Orange  | 20   | 1,32   | 1,27   | 0,0205 | 0,994 |
|   | 15   | 1,05   | 1,06   | 0,036  | 0,998 |
|   | 10   | 0,553  | 0,76   | 0,0475 | 0,999 |
| Banane  | 20   | 2,26   | 1,84   | 0,0127 | 0,995 |
|   | 15   | 1,4  | 1,247  | 0,0194 | 0,998 |
|   | 10   | 1,12   | 1,024  | 0,034  | 0,998 |

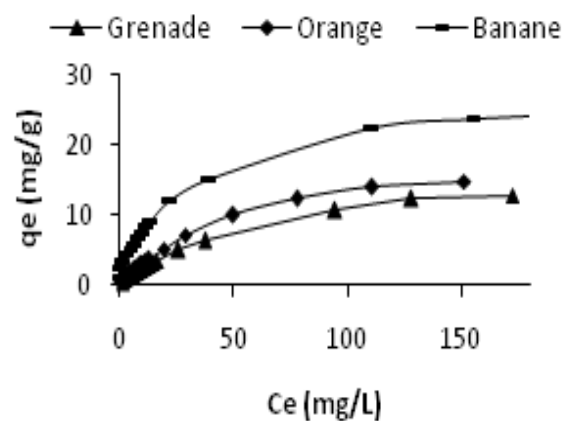
### III.4 Les isothermes d'adsorption

Les isothermes d'adsorption jouent un rôle important dans la détermination des capacités maximales et dans l'identification du type d'adsorption par la représentation graphique de  $q_e = f(C_e)$  où  $q_e$  et  $C_e$  sont respectivement la quantité de colorant adsorbé par gramme d'adsorbant et la concentration à l'équilibre de ce colorant. Pour déterminer l'isotherme d'adsorption de colorant BS sur les supports testés, on a réalisé des volumes de 100 ml de BS à différentes concentrations, puis on a ajouté l'adsorbant (grenade, l'orange et banane) et laisser sous agitation pendant 24 h à température ambiante. Cette plus longue durée est liée au nombre de sites actifs présents des matériaux et à leur saturation par le colorant. Les résultats expérimentaux obtenus (figure 5), montrent que le processus d'adsorption est de type L, qui correspond à la classification de Gilles [10]. L'allure obtenue montre que le processus d'adsorption de ce colorant sur les trois adsorbants utilisés se produit en monocouche.

Les modèle cinétique les plus couramment utilisés pour décrit ce type d'adsorption sont ceux de Langmuir et Freundlich. Les principaux paramètres caractéristiques de chaque modèle sont résumés dans le tableau 2. On remarque que le modèle de Freundlich présente des coefficients de corrélations inférieures à celles présentés par le modèle de Langmuir pour les trois adsorbants ; ceci indique que l'isotherme de Langmuir décrit mieux l'adsorption de colorant BS sur les trois adsorbants que celui de Freundlich. Les tendances de

sorptions observées précédemment sont confirmées à savoir que les capacités maximales de sorption du colorant sont fonction de la nature du biosorbant utilisé. Les sorbants ont les affinités vis-à-vis de colorant dans l'ordre suivant :

Peau de banane > peau d'orange > peau de grenade



**Figure 5.** Isotherme d'adsorption du colorant BS sur l'orange, grenade, banane. ( $C_{BS} = 20 \text{ mg/L}$  ;  $m = 1 \text{ g}$  pour l'orange et grenade et  $0,4 \text{ g}$  pour banane ;  $T = 25^{\circ}\text{C}$  ;  $\text{pH}$  initial de la solution).

### III.5 Effet de sel

Les expériences ont été conduites par NaCl à différentes concentrations ( $10^{-1} \text{ M}$ ,  $10^{-2} \text{ M}$  et  $10^{-3} \text{ M}$ ) et des échantillons de colorant BS (100 ml ; 20 mg/l) – adsorbant (1g : grenade et orange, 0,4 g de banane), pour un temps de réaction de 3 h pour l'adsorbant grenade et 4 h pour les adsorbants orange et banane.

Les résultats présentés dans la figure 6, ont montré que l'influence de ce sel est pratiquement significative tant sur la vitesse que sur la capacité maximale d'adsorption ; le temps d'équilibre devient 1h pour les trois matériaux. Ainsi que la quantité de colorant fixé par l'adsorbant augmente avec l'augmentation de la concentration initiale en électrolyte NaCl ; on obtient meilleur résultat avec 0,1 M de NaCl. Les quantités fixées de colorant et les taux d'élimination à l'équilibre augmentent de 2,26 mg/l à 4,9 mg/g (92 % à 98 %) pour banane, de 1,32 mg/g à 1,95 mg/g (86 % à 97,5 %) pour orange et de 1,23 mg/l à 1,85 mg/g (83 % à 93 %) pour grenade, au fur et à mesure que la concentration en sel augmente. Ceci peut être expliqué par l'augmentation de la force ionique entre l'adsorbant et l'adsorbant où il favorise l'adsorption et diminue de temps de contact.

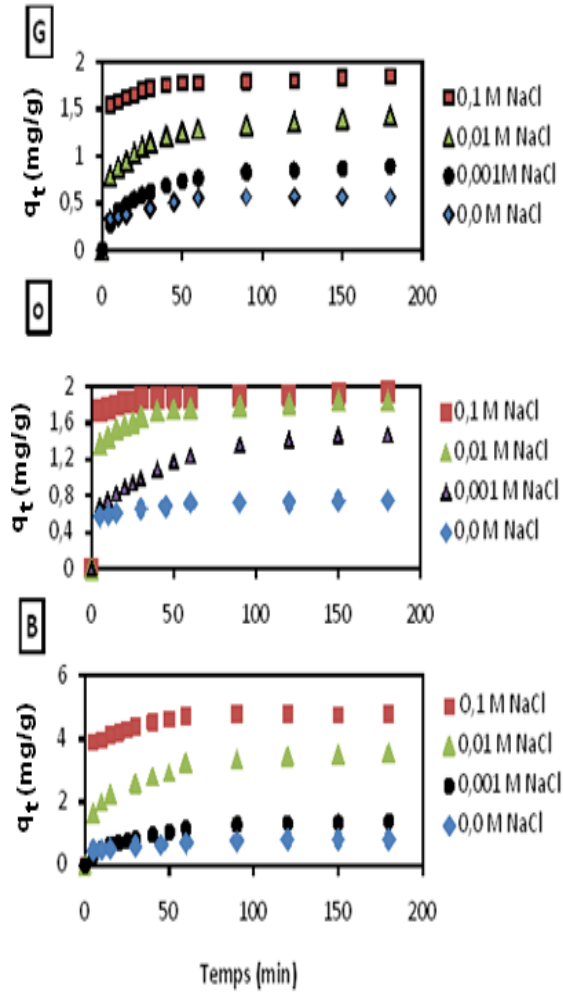


Figure 6. Influence de la concentration initiale en sel sur l'adsorption du colorant BS (G : grenade ; O : orange ; B : banane ;  $C_0 = 20 \text{ mg/L}$  ;  $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$  ;  $m_{(\text{orange et grenade})} = 1 \text{ g}$  ;  $m_{\text{banane}} = 0,4 \text{ g}$  ; granulométrie  $\leq 0,5 \text{ mm}$  ; pH initial de la solution).

### III.6. Effet du pH sur la capacité de retention du colorant bleu solophényle GL

Le comportement de l'adsorption du colorant BS sur les trois adsorbants a été étudié sur une gamme de pH 6-11. La figure 7 montre que la capacité d'adsorption est inversement proportionnelle avec le pH pour les trois matériaux. Les  $\text{pH}_{\text{pzc}}$  des matériaux utilisés étant, 6,2 pour la peau de grenade, 5,43 pour la peau d'orange et 6,5 pour la peau de banane). Ceci peut être expliqué par la répulsion entre l'adsorbant et le colorant, qui est due aux charges négatives qui apparaissent aux surfaces des trois adsorbants aux  $\text{pH} > \text{pH}_{\text{pzc}}$ , et donc susceptible de repousser le colorant BS qui est fortement anionique en milieu basique (figure 1). On en déduit que la quantité de colorant BS adsorbée par les trois supports utilisés est plus importante pour des valeurs de  $\text{pH}_i = 6$  de la solution

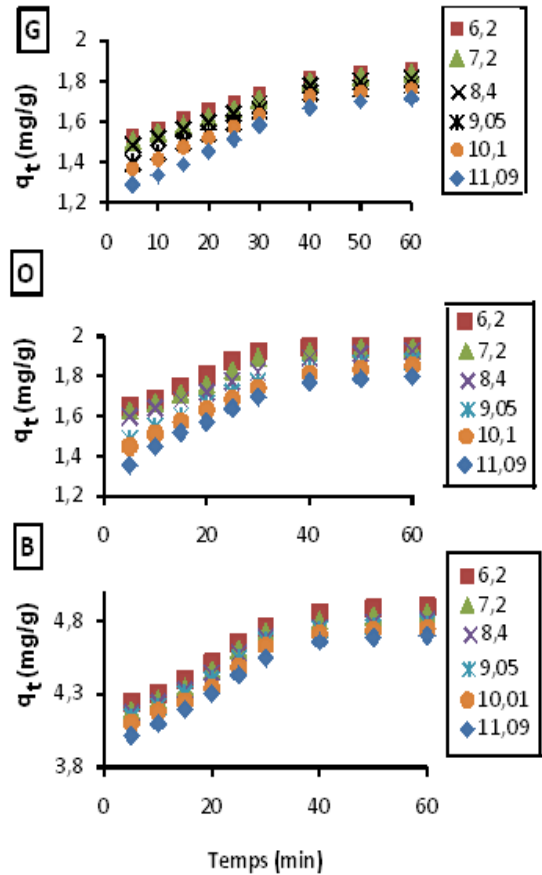


Figure 7. Variation de pH de la solution de BS en fonction de temps pour les trois adsorbants (G : grenade ; O : orange ; B : banane ;  $C_0 = 20 \text{ mg/l}$  ;  $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$  ;  $\text{NaCl} = 0,1 \text{ M}$  ;  $m_{\text{grenade et orange}} = 1 \text{ g/100 ml}$  ;  $m_{\text{grenade et orange}} = 0.4 \text{ g/100 ml}$

Tableau 2. Les paramètres caractéristiques de Langmuir et Freundlich

| Adsorbants | Isotherme de Langmuir                      |                                  |       | Isotherme de Freundlich         |       |       |
|------------|--|----------------------------------|-------|---------------------------------|-------|-------|
|            | $Q_{\text{max}}$<br>( $\text{mg g}^{-1}$ ) | $K_L$<br>( $\text{L. mg}^{-1}$ ) | $r^2$ | $K_f$<br>( $\text{mg g}^{-1}$ ) | $1/n$ | $r^2$ |
| Grenade    | 18,58                                      | 0,014                            | 0,995 | 0,4                             | 0,707 | 0,975 |
| Orange     | 20,83                                      | 0,018                            | 0,994 | 0,51                            | 0,731 | 0,976 |
| Banane     | 27,02                                      | 0,044                            | 0,991 | 1,39                            | 0,501 | 0,946 |

### IV. Conclusion

Les résultats obtenus dans ce travail ont permis de montrer que :

- Le Bleu solophényle GL (20 ppm) s'adsorbe relativement bien sur ces supports avec un temps de contact de 60 minutes qui correspond à 98 %, 97,5 % et 93 % d'adsorption, respectivement pour la peau de banane, la peau d'orange et la peau de grenade.

- L'effet de sels (NaCl) a eu une influence positive sur la capacité et la cinétique de rétention du Bleu Solophényle GL.

- L'effet de pH n'a pas affecté la capacité et la cinétique d'adsorption de ce colorant. Ceci confirme que les biomatériaux et le colorant testés sont chargés négativement, d'où les forces de répulsions augmentent.

- La cinétique de processus d'adsorption suit le modèle Pseudo-second ordre.

- Le modèle de Langmuir a décrit correctement le processus d'adsorption. Les molécules du colorant direct Bleu solophényl GL sont donc adsorbées en monocouches.

Enfin des possibilités d'application comme, des essais d'adsorption ou de traitement des eaux des rejets textiles sont envisageables.

#### V. Références

1. Schiewer, S. Patil, S.B. 2008. Pectin-rich fruit wastes as biosorbents for heavy metal removal: Equilibrium and kinetics. *Bioresource Technology*, 99, (6), 1896-1903.
2. Diard. P. Etude de la biosorption du plomb et du cuivre par des boues de stations d'épuration, mise en oeuvre d'un procédé de Biosorption à contre-courant. Thèse de Doctorat de l'INSA Lyon, France (1996).
3. Khalfaoui Amel, Thèse doctorat; université mentouri de constantine; étude expérimentale de l'élimination de polluants organiques et inorganiques par adsorption sur des matériaux naturels: application aux peaux d'orange et de banane (2012).
4. Gurses A., C. Dogar, M. Yalc in, M.Ac ikyild iz, R. Bayrak et S. Karaca (2006). The adsorption kinetics of the cationic dye, methylene blue, onto clay. *J. Hazard. Mater.*, B131, 217-228.
5. Onal Y., C. Akm il-Basar, C. Sarici-Ozdemir. Investigation kinetics mechanisms of adsorption malachite green onto activated carbon. *J. Hazard. Mater.* (2007)146,194-203.
6. Lemlikchi W.; Thèse Doctorat; Elimination de la pollution des eaux industrielles par different procédés d'oxydation et de coprécipitation. Université UMMTO T.O. Algérie (2012).
7. Lemlikchi, S Khaldi, MO Mecherri, H Lounici, N Drouiche; Degradation of Disperse Red 167 Azo Dye by Bipolar Electrocoagulation; *Journal of Separation Science and Technology*, Taylor & Francis group, vol. 47, Issue (11), (2012) 1682-1688.
8. Gupta. V.K, Mittal. A., Gajbe. V. Adsorption and desorption studies of water soluble dye, Quinoline Yellow, using waste materials. *J. Colloid. Interf. Sci.*, (2005) 284, 89-98.
9. Tsai W.T., H.C. Hsu, T.Yisu, K.YU Lin, C. Ming Lin et T.H. Dai. 2007. The adsorption of cationic dye from aqueous solution onto acid-activated andesite. *J. Hazard. Mater.*, 147, 1056-1062.
10. Karagozoglou B., M. Tasd Emir, E. Demirbas ET M. Kobya. 2007. The adsorption of basic dye (Astrazon Lue FGRL) from aqueous solutions onto sepiolite, fly ash and apricot shell activated carbon: Kinetic and equilibrium studies. *J. Hazard. Mater.*, 147, 297-306.
11. Joel Graindorge, Eic landot. 2007. « La qualité de l'eau potable, techniques et responsabilités » Territorial Editions.
12. Gilles. C. H, MC Evant M., Nakhawas S.W. and Smith. D.J., *Journal of Chemical Society, Part XI*, (1960) pp 3973- 3993.

**Please cite this Article as:**

Oubagha N., Lemlikchi N.W., Zidane Y., Bouhadjra K., Mecherri M.O., *Elimination du colorant direct "Bleu Solophényle GL" en solution aqueuse par matériaux biodegradables. Algerian J. Env. Sc. Technology*, 2:2 (2016) 202-208