

# Élimination d'un colorant anionique par un matériau naturel

O. Hocine<sup>1</sup>, Dj. Ait Salem<sup>1</sup>, K. Annane<sup>1</sup>, H. Grabi<sup>1</sup>, W. Lemlikchi<sup>1</sup>

Laboratoire de Chimie Appliquée et Génie Chimique, Université Mouloud Mammeri, Tiz Ouzou

E-Mail: [h\\_ouahiba@yahoo.fr](mailto:h_ouahiba@yahoo.fr)

## Résumé

L'objectif de cette étude est le traitement des eaux usées chargées en colorants issus de l'industrie textile, dans ce contexte, nous nous sommes intéressés à l'élimination d'un colorant anionique (Bleu cibacron) par adsorption sur des cosse de petits pois, un matériau naturel abondant d'origine végétale.

Les essais d'adsorption ont montré l'efficacité de ce matériau dans l'adsorption du Bleu Cibacron avec une élimination remarquable dès les 50 premières minutes. L'influence de différents paramètres expérimentaux a été analysée tels que le pH et le temps de contact. Les résultats ont montré que l'adsorption du colorant sur le matériau atteint un taux de 95% au bout de 50 minutes d'agitation. Une meilleure élimination est obtenue pour des valeurs de pH acides.

Ces résultats ont mis en évidence le potentiel des matériaux naturels qu'on peut utiliser comme adsorbant et des substituts aux charbons actifs dont le coût est un facteur limitant.

*Mots clés*— colorant, cosse de petits pois, adsorption.

## I. INTRODUCTION

Depuis la plus haute antiquité l'homme a tenté d'inclure des colorants dans de nombreuses industries telles que le textile, papèterie, cosmétique et alimentaire.

Due à leur facilité de synthèse et leur rapidité de production, les colorants synthétiques sont les plus utilisés. En outre la majorité de ces colorants sont toxiques

et provoquent beaucoup de problèmes dans l'environnement et sur la santé humaine, d'où l'intérêt du traitement des eaux usées issues de ces industries.

Il existe de nombreux procédés de traitement qui peuvent être utilisés pour l'élimination des colorants des eaux usées tels que l'oxydation, l'échange ionique, la coagulation-floculation et l'adsorption. Parmi ces procédés de traitement, l'adsorption reste une des techniques les plus prometteuses en raison de sa commodité et de sa simplicité d'utilisation.

L'adsorption est l'une des techniques les plus adoptées pour cette élimination de polluants, à cause de sa grande capacité d'épurer les eaux contaminées. Le charbon actif est l'adsorbant le plus couramment utilisé mais reste très onéreux et nécessite en plus une régénération, constituant un facteur limitant.

Ceci a donc encouragé des travaux de recherche en les orientant vers des procédés de traitement faisant appel à des matériaux naturels moins coûteux et largement disponibles. En effet la performance et l'efficacité de cette technique d'adsorption dépend d'une façon prépondérante de la nature du support utilisé comme adsorbant, son coût, son abondance, sa régénération, etc.

La présente étude s'inscrit dans cette perspective en essayant de tester des matériaux issus de déchets agro-alimentaires, particulièrement les cosse de petits pois afin d'éliminer un colorant anionique par adsorption.

## II. PARTIE EXPÉRIMENTALE

Le colorant bleu de cibacron étudié, provient de l'industrie textile COTITEX de DRAA BEN KHEDDA (wilaya de TIZI OUZOU), il est choisi pour sa grande solubilité dans l'eau et son analyse simple et rapide par spectrophotométrie dans le visible.

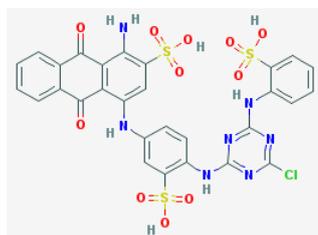


Fig. 1: Structure du bleu cibacron

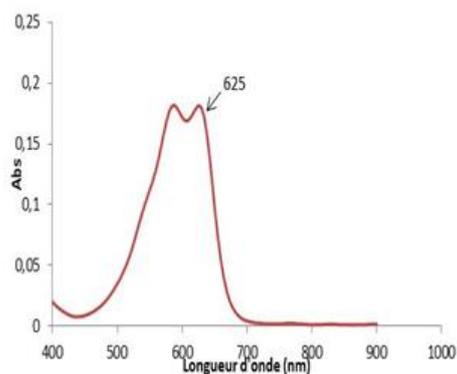


Fig. 2: Spectre visible du colorant BC

Les cosses de petits pois (*Pisum sativum*) utilisées dans ce travail sont obtenues après décorticage des légumes. La préparation de la poudre des cosses de petits pois comprend quatre étapes principales: séchage, broyage, lavage et tamisage (fig.3).



Séchage



Broyage, lavage et séchage



Fig. 3: Procédure de préparation de la poudre des cosses de petits pois.

## III. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

A: effet du pH sur l'adsorption du bleu cibacron

Le pH est un facteur important dans toute étude d'adsorption. Il peut conditionner à la fois la charge superficielle de l'adsorbant ainsi que la structure de l'adsorbât. Cette grandeur caractérise les eaux et sa valeur dépendra de l'origine de l'effluent. La technique de traitement à adopter dépendra fortement de la valeur du pH. C'est la raison pour laquelle, dans toute étude relative à l'adsorption l'optimisation de la capacité d'adsorption en fonction du pH est indispensable. La figure 5 montre que le pourcentage d'élimination diminue avec le pH, un meilleur rendement (95%) est obtenu pour un pH de 2,3.

En effet à pH inférieur à 5,8 l'adsorbant est chargé positivement ce qui implique des interactions entre les sites chargés positivement du matériau et le colorant anionique. Par contre aux pH supérieurs à 5,8 le matériau est chargé négativement ce

qui engendre des répulsions électrostatiques entre les anions du colorant et la surface des cosses de petits pois.

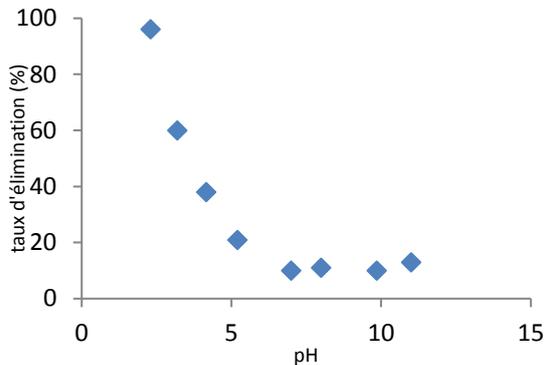


Fig. 4: Effet du pH sur l'adsorption du bleu cibacron sur les cosses de petits pois.

### B. Etude cinétique

L'étude de l'adsorption du bleu de cibacron sur les cosses de petits pois en solution implique la détermination du temps de contact qui correspond à l'équilibre d'adsorption/désorption ou à un état d'équilibre de saturation du support par le substrat.

La fig. 4 montre l'effet du temps de contact sur le taux de rétention du BC sur les cosses de petits pois. Le taux de rétention croît avec l'augmentation du temps de réaction en suivant deux pentes différentes. La première est rapide et se situe dans les 50 premières minutes, tandis que la seconde est lente et pourrait exprimer l'équilibre entre les fractions de colorant retenues et celles désorbées. Cela est dû à la disponibilité du au nombre élevé de sites d'adsorption vacants sur la surface des cosses de petits pois au stade initial de l'adsorption.

### C. Modèles cinétiques

La nature du processus d'adsorption dépend des caractéristiques physiques ou chimiques du système adsorbant et

également des conditions expérimentales de ce système.

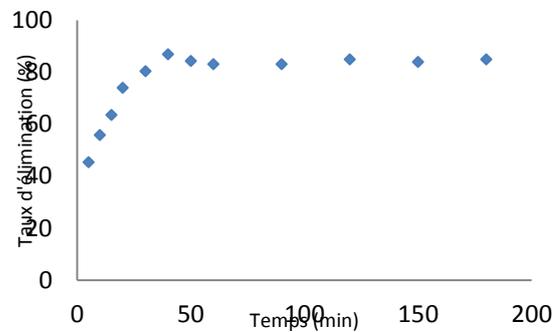


Fig. 5: Cinétique d'adsorption du bleu cibacron sur les cosses de petits pois

Dans le but d'étudier le comportement des molécules contaminantes contenues dans la solution avec une surface adsorbante, le transfert de masse ainsi que la cinétique d'adsorption, des données expérimentales de temps de contact adsorbant/adsorbant ont été appliquées à des modèles cinétiques. Les modèles cinétiques les plus couramment utilisés sont ceux du pseudo-premier ordre et du pseudo-deuxième ordre.

L'équation du modèle du pseudo premier ordre est proposée par Lagergren en 1898, elle est exprimée par la relation suivante :

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1 (q_e - q_t) \quad (1)$$

$q_e$  et  $q_t$  sont les quantités du colorant en ( $\text{mg.g}^{-1}$ ) adsorbées à l'équilibre et à l'instant  $t$  respectivement.

$k_1$  est la constante de vitesse ( $\text{min}^{-1}$ ).

Après intégration l'équation devient

$$\text{Log} (q_e - q_t) = \text{Log} q_e - \frac{k_1}{2,303} t \quad (2)$$

La quantité adsorbée à l'équilibre  $q_e$  et la constante de vitesse  $K_1$  peuvent être obtenues à partir de la pente et de l'ordonnée à l'origine de la courbe  $\text{log} (q_e - q_t) = f(t)$  (fig. 6).

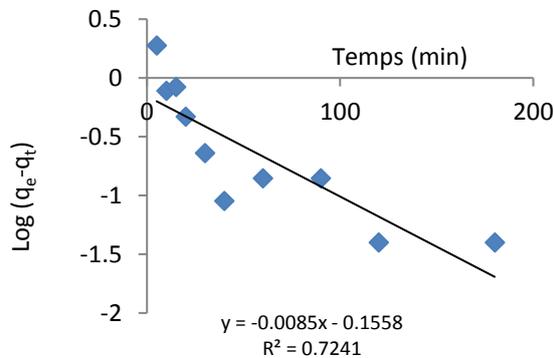


Fig. 6: Modèle cinétique du pseudo premier ordre

L'équation du pseudo second ordre est représentée par la formule suivante:

$$\frac{dq_t}{dt} = K_2 \cdot (q_e - q_t)^2 \quad (3)$$

Après intégration, l'équation devient :

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{K_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \quad (4)$$

La quantité adsorbée  $q_e$  et la constante de vitesse  $K_2$  peuvent être déterminées à partir de la pente et de l'ordonné à l'origine de la courbe  $t/q_t$  en fonction de  $t$  (fig. 7).

D'après les résultats obtenus indiqués dans le tableau I, nous remarquons que le modèle du pseudo second ordre est fiable pour déterminer l'ordre de la cinétique d'adsorption du colorant puisque le coefficient de corrélation est proche de l'unité ( $R^2=0,999$ ) contrairement au modèle du premier ordre. De même, nous remarquons que la valeur de la capacité d'adsorption calculée est très proche de celle déterminée expérimentalement ( $q_{e \text{ exp}} = 7,87 \text{ mg.g}^{-1}$ ). Le modèle du pseudo second ordre est le mieux adapté pour décrire le comportement du bleu cibacron par les cosses des petits pois.

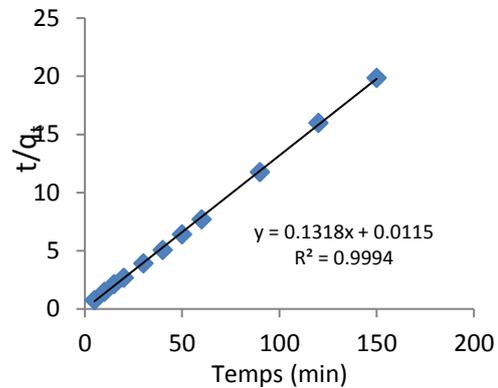


Fig. 7: Modèle cinétique pseudo second ordre pour l'adsorption du colorant

Tableau I: Paramètres des modèles du premier et du second ordre pour l'adsorption du bleu cibacron sur les cosses de petits pois

Pseudo premier ordre	
$K_1(\text{min}^{-1})$ :	0,0195
$q_{e \text{ cal}} (\text{mg.g}^{-1})$ :	0,69
$R^2$ :	0,724
Pseudo second ordre	
$K_2 (\text{g.mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1})$ :	1,51
$q_{e \text{ cal}} (\text{mg.g}^{-1})$ :	7,58
$R^2$ :	0,999

#### IV. CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif d'optimiser un procédé de traitement des eaux contaminées par les colorants, à savoir le Bleu cibacron (BC). Le procédé sélectionné est l'adsorption sur les cosses de petits pois. Les résultats ont montré l'efficacité de ces dernières pour l'élimination de colorants.

L'adsorption solide-liquide reste l'une des principales techniques de dépollution des eaux contaminées par les polluants solubles. Cette caractéristique est renforcée par les nombreux résultats rapportés dans la littérature, particulièrement durant les trois dernières décennies. Ces résultats ont mis en évidence le potentiel de plusieurs types de matériaux naturels et de supports

biologiques, qu'on peut utiliser comme adsorbants et des substituts aux charbons actifs dont le coût est un facteur limitant.