

DECONTAMINATION DES EAUX USEES PAR ADSORPTION DE LA RHODAMINE B SUR LES DECHETS DE THE

Moufida-Imène- BOUKERZAZA^{a}, Bisma BOULHOUCHE^a, Ammar MENNOUR^a*
^aLaboratoire Pollution et Traitement des Eaux, Département de Chimie, Faculté des Sciences Exactes,
Université des Frères Mentouri, Constantine, Algérie
**moufida_boukerzaza@yahoo.fr*

Résumé

Le présent travail a pour objectif d'évaluer les performances des déchets de thé en tant que matériau adsorbant d'un colorant toxique : la rhodamine-B. Des tests d'adsorption en bain agité ont été réalisés en vue d'établir la cinétique et les isothermes d'adsorption. Les résultats expérimentaux ont montré que l'adsorption de ce polluant est un processus endothermique ne dépendant pas du pH. Il est montré que la capacité maximale d'adsorption de ce matériau est d'environ 80mg /g. La linéarisation des isothermes d'adsorption montre que le modèle de Langmuir est le mieux adapté pour la description des phénomènes ayant lieu à la surface du biosorbant. Les résultats obtenus ont montré que le modèle du pseudo-deuxième ordre est applicable au processus d'adsorption du colorant par les déchets de thé suggérant un mécanisme de chimisorption.

Mots clés : Adsorption, Biosorption, Rhodamine-B, Déchets de thé, Traitement des eaux.

1. INTRODUCTION

La rhodamine-B, (Rh-B), est un colorant synthétique cancérigène largement utilisé pour l'impression du papier, la teinture des textiles, les industries du cuir et de la peinture [1]. Les eaux usées et les effluents contenant ce toxique, non biodégradable, devraient être systématiquement traités avant leur rejet dans les écosystèmes.

Différentes méthodes de décontamination des eaux contenant de la rhodamine-B, telles que l'échange d'ion, l'osmose inverse, la filtration sur membrane, la coagulation chimique etc ; ont été mises en œuvre mais toutes présentent des inconvénients. Parmi ces méthodes, l'adsorption par le charbon actif. Le charbon actif est considéré comme l'adsorbant de référence pour l'élimination des différents types de colorants des effluents industriels [2], mais son utilisation présente un coût élevé et des difficultés dans sa régénération. Actuellement la recherche est de plus en plus orientée vers la biosorption [3]. Ce procédé présente une alternative économique et respectueuse de l'environnement. Néanmoins, son application exige des biosorbants efficaces, bon marché et facilement disponibles.

A ce jour, la description précise de la biosorption des colorants pose encore problème, probablement à cause d'un mécanisme de liaison complexe. La biosorption est un procédé prometteur et efficace dans le traitement des eaux usées. La présente étude vise à évaluer l'applicabilité des déchets de thé (DT) pour l'élimination par adsorption de la Rh-B de ses solutions aqueuses et d'étudier la cinétique et le mécanisme du procédé d'adsorption. Les variables étudiées incluent la concentration initiale de colorant, la dose d'adsorbant, la température et le pH initial de la solution.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. L'adsorbant

Le thé utilisé est un thé vert commercial (Chine). Avant son utilisation comme adsorbant, le thé est d'abord lavés plusieurs fois à l'eau distillée chaude (90°C) jusqu'à obtention d'une eau de lavage incolore. Les DT sont ensuite séchés à l'étuve à 75°C pendant 48 heures, broyés manuellement dans un mortier en agathe et tamisés. La fraction granulométrique 0.500-0.212 mm sera utilisée dans les tests d'adsorption.

2.2. Méthodes

Tous les produits chimiques utilisés dans l'étude sont de qualité analytique. Les solutions mères de Rh-B (1000 mg L⁻¹) sont préparées par dissolution d'une quantité appropriée de Rh-B dans de l'eau distillée. Les solutions de travail sont obtenues par dilution de la solution mère avec de l'eau distillée jusqu'aux concentrations désirées. Les essais d'adsorption sont effectués en bain agité. Le pH est ajusté à la valeur désirée avec des solutions de NaOH 0,1M ou HCl 0,1M. A un volume précis (généralement 50mL) de solution de rhodamine B on ajoute une masse précise (généralement 1g) de déchets de thé. L'ensemble est maintenu sous agitation (220 tours par minute) à température constante pendant un temps programmé. Après adsorption, la suspension est centrifugée à 4000 tours/min pendant 30 min. Les mesures de concentration de la RhB dans le surnatant sont réalisées par spectrophotométrie UV -Visible (Shimadzu 1650 PC. Japon).

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Effet du pH.

Une étude préliminaire a été effectuée afin de déterminer le pH optimal pour l'adsorption de la Rh-B par les DT. Une concentration initiale en Rh-B de 200 mgL⁻¹ a été utilisée. Les essais d'adsorption ont été réalisés à des pH s'échelonnant entre 1 et 12, une température de 15°C, un temps de contact de 60 min et une quantité d'adsorbant de 0.5g. Les résultats (Figure 1) ont montré que les quantités de Rh-B adsorbées sont pratiquement indépendantes du pH . Pour la suite du travail, les essais seront donc réalisés au pH d'équilibre.

3.2. Cinétique d'adsorption.

La figure 2 représente la variation de la quantité de Rh-B adsorbée en fonction du temps de contact et de la température. Les courbes expérimentales montrent que les quantités de Rh-B adsorbées augmentent avec l'augmentation du temps de contact. Un palier d'adsorption est atteint pour un temps de contact d'environ 80 min indiquant la saturation des sites superficiels d'adsorption. La modélisation de la cinétique de rétention de la Rh-B par les DT, a été réalisée selon les modèles de pseudo premier-ordre, de pseudo-deuxième ordre et d'

Elovich. Les linéarisations ont permis de conclure que le processus d'adsorption de la RhB par les DT est le mieux représenté par le modèle cinétique de pseudo-deuxième ordre. Il est donc probable qu'on ait affaire à un processus de chimisorption.

3. 3. Effet de la température.

La figure 2 montre qu'une augmentation de la température de 280 K à 315 K favorise l'adsorption de la RhB. Ce résultat indique que le processus d'adsorption de la Rh-B sur les DT est de nature endothermique.

3. 3. Effet de la quantité d'adsorbant

L'effet de la quantité d'adsorbant a été étudié au pH d'équilibre, pour un temps de contact de 100 minutes et une concentration de Rh-B de 100 mg/L. La figure 3 montre que le taux de Rh-B augmente avec l'augmentation de la quantité de déchets de thé jusqu'à atteindre 96%.

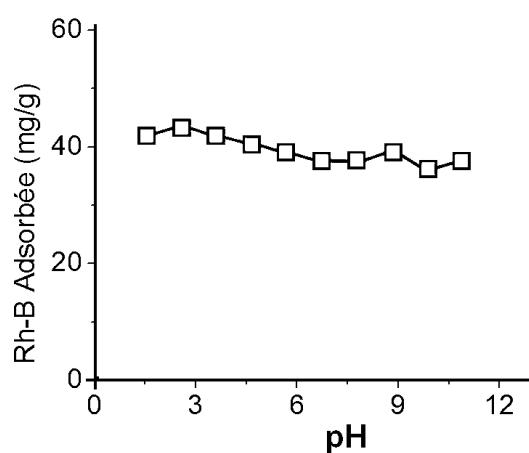


Fig.1. Effet du pH.

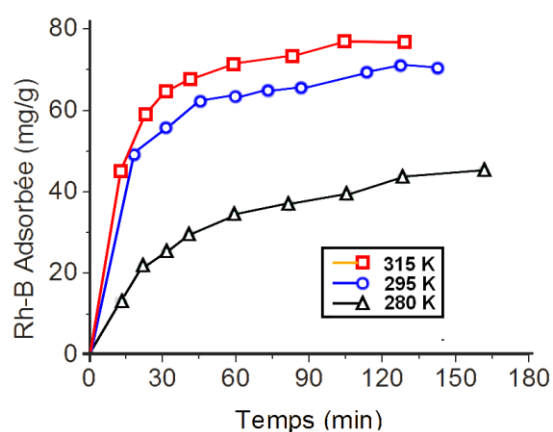


Fig.2. Effet du temps de contact.

3.3. Isothermes d'adsorption.

La figure 4 montre que, dans un premier temps, la quantité de Rh-B adsorbée augmente comme sa concentration à l'équilibre (C_e). Cette augmentation est régulière jusqu'à atteindre un pallier où la surface de l'adsorbant est pratiquement saturée et aucune autre adsorption additionnelle n'est constatée.

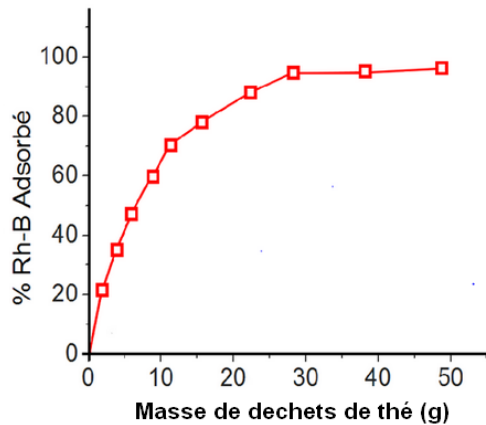


Fig.3. Effet de la quantité d'adsorbant.

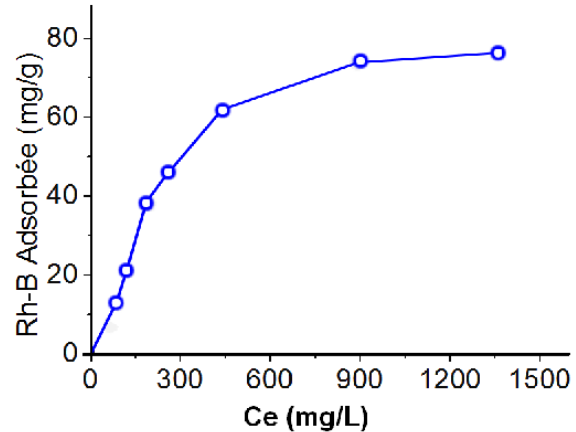


Fig.4. Isotherme d'adsorption.

Le palier observé correspond à la capacité maximale d'adsorption de la Rh-B par les DT à la température opératoire. Pour modéliser l'équilibre d'adsorption les équations de Langmuir, de Freundlich et de Temkin ont été utilisés. Les coefficients de détermination (R^2) obtenus pour les trois modèles sont respectivement égaux à 0.99, 0.93 et 0.96. Ce résultat montre donc que le modèle de Langmuir devrait donc donner la meilleure description des phénomènes superficiels mis en jeu.

4. CONCLUSION

Ce travail, qui s'inscrit dans une démarche de développement de méthodes alternatives de dépollution des eaux a montré que l'élimination de la rhodamine-B à partir de ses solutions aqueuses par adsorption sur les déchets de thé est possible. La capacité d'adsorption de ce matériau est appréciable et dépend des conditions de mise en œuvre (temps de contact, température, concentration initiale de la solution). L'adsorption est endothermique, ne dépend pas du pH et répond au modèle de Langmuir. Les études cinétiques ont montré que le modèle de pseudo-deuxième ordre est le mieux adapté pour décrire les réactions à l'interface. Cette étude nous a permis de montrer que les déchets de thé, matériau abondant, bon marché et biodégradable, peuvent constituer une alternative à des matériaux adsorbant plus coûteux, tels que le charbon actif, pour l'élimination de la rhodamine B de ses solutions aqueuses.

Bibliographie

- [1].Y.Wong, J. Yu, Laccase-catalyzed decolorization of synthetic dyes. *Water Res.* 33 (1999) 3512.
- [2].Li Li, Shuangxi Liu, Tan Zhu. Application of activated carbon derived from scrap tires for adsorption of Rhodamine B. *Journal of Environmental Sciences* 2010, 22(8) 1273–1280
- [3].S. Rangabhashiyam, E. Suganya, N. Selvaraju, Lity Alen Varghese. Significance of exploiting non-living biomaterials for the biosorption of wastewater pollutants. *World J Microbiol Biotechnol* (2014) 30:1669–1689