

USAGE EFFICACE DES ARGILES ANIONIQUES POUR TRAITER L'EAU POLLUÉE PAR DES TRACES MÉDICAMENTEUSES D'UN ANTI-INFLAMMATOIRE

Nadia Boukhalfa¹, Nassima Djebri^{1, 2}, Mokhtar Boutahala¹

¹ *Laboratoire de Génie des Procédés Chimiques (L.G.P.C), Département de Génie des Procédés, Faculté de Technologie, Université Ferhat Abbas, Sétif 19000, Algérie.*

² *Laboratoire de Matériaux et Systèmes Electroniques (LMSE), Faculté des Sciences et Technologie, Université de B.B.Arreridj-Route d'El Annasser-34000 Algérie.*

E-mail : nadouchette2011@hotmail.fr

Résumé : Les ressources de pollutions aquatiques sont multiples et souvent insoupçonnées : cosmétiques, produits ménagers, pesticides et même médicaments. Dans cette étude, lors de la dépollution de l'eau, l'eau brute utilisée subit un traitement d'adsorption consistant en l'accumulation d'une substance à l'interface entre deux phases en utilisant une argile anionique. L'hydrotalcite $ZnAl-CO_3$ s'avère efficace à réagir avec le diclofénac de sodium avec un pourcentage d'élimination important de diclofénac de la solution. Les résultats ont révélé que cette argile anionique a un potentiel pour être utilisée comme adsorbant économique pour l'élimination de diclofénac sodique à partir de solution aqueuse.

Mots clés : Adsorption, Hydrotalcite, Dépollution, Eau.

1. INTRODUCTION

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques ; elle compromet les utilisations de l'eau et l'équilibre du milieu naturel. La pollution des eaux est provoquée par le rejet d'eau salie par nos activités domestiques mais également par les diverses activités industrielles et agricoles, nécessaires pour nous fournir les aliments et biens dont nous avons besoin.

Une nouvelle forme de pollution de l'eau menace tous les pays. Depuis quelques années, plusieurs études conduites par des scientifiques et/ou écologistes ont attiré l'attention du public sur la présence dans l'eau de traces de produits pharmaceutiques. Les composés pharmaceutiques assimilés par l'homme et les animaux peuvent se dégrader au sein des organismes vivants, et les produits de dégradation issus de la métabolisation, peuvent aussi être considérés comme micropolluants [1]. Certains composés, comme le diclofénac (anti-inflammatoire non stéroïdien) ne se dégrade quasiment pas [2, 3]. Ces résidus de produits pharmaceutiques, rejetés dans les eaux de surface, peuvent donc présenter un risque environnemental non négligeable.

En terme d'impacts environnementaux, en Asie, la disparition de vautours qui se nourrissaient de bétail traités au diclofénac serait attribuée à la toxicité de cet anti-inflammatoire [4]. Les données de toxicité varient pour chaque anti-inflammatoires non stéroïdiens. Le diclofénac semble être le composé ayant la plus haute toxicité aiguë. Clevers, et Ferrari et al, ont montré que le phytoplancton réagit plus sensiblement (CE50 (Concentration Efficace à 50%) (96h) : 14.5 mg/l) que le

zooplancton (CE50 (96 h) = 22.43 mg/l) [5, 6]. Le diclofénac induit des altérations histopathologiques (lésions rénales et altérations des branchies) chez la truite arc-en-ciel qui apparaissent au bout de 28 jours d'exposition : LOEC (LowestObservedEffect Concentration) : 5 µg/l [7].

Dans cette étude, des expériences ont été effectuées pour étudier l'élimination du diclofénac de sodium DS par la technique d'adsorption, en utilisant l'hydroxyde double lamellaire de type ZnAl de rapport molaire Zn/Al=4. Les résultats trouvés peuvent être les plus intéressants dans l'élimination de diclofénac de la solution.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Synthèse de l'HDL ZnAl calcinée et non calcinée

La synthèse de l'HDL a été réalisée par la Coprécipitation d'une solution de sel de Zn²⁺ et Al³⁺ et une solution basique de NaOH et de Na₂CO₃ selon la méthode de Youwen et al [8, 9]. Ensuite, l'HDL a été calcinée à 500°C avec la même vitesse de chauffe pendant 4h en absence de l'air et de l'oxygène.

2.2. Caractérisation

La diffraction des rayons X est la méthode la plus importante pour la détermination des structures cristallines, et pour identifier les distances interlamellaire par la mesure des angles de diffraction dans le plan cristallin, l'appareil utilisé est un appareil BRUKER ADVANCED X-RAY.

2.3. Elimination de diclofénac de sodium par adsorption

Dans la partie adsorption, la quantité adsorbée est calculée par les relations suivantes :

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

Où q_{ads} est la quantité adsorbée de l'adsorbat en mg/g d'adsorbant en un temps t pour la cinétique, et pour un temps $t = 120\text{min}$ pour l'isotherme $q_{\text{ads}} = f(C_e)$ (mg/g), C_0 : la concentration initiale de la solution (mg/L), C_e : la concentration résiduelle (mg/L) (à l'instant t pour la cinétique et à $t=120\text{min}$ pour l'isotherme), V : le volume de la solution (L), m : la masse de l'adsorbant (g). On essaye toujours à maintenir le rapport $m/V=1$ pour avoir une concentration massique égale à 1 (g/L).

On peut également quantifier les quantités adsorbées par le pourcentage d'élimination des composés organiques R% qui est défini par :

$$R\% = ((C_0 - C_e))/C_0 \times 100 \quad (2)$$

R% : le pourcentage de la quantité de DS fixée, C_0 : la concentration initiale en DS (mg/L), C_e : la concentration résiduelle du DS à l'équilibre (mg/L).

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Caractérisation

Les diffractogrammes des rayons X obtenus sont également typiques des phases de type hydrotalcite, présentant une série de raies (00l) à faible Θ donnant accès à la distance interlamellaire et à plus grand Θ les raies de diffraction (h0 l), (0k l) et (hk0) qui confirment la structure du feuillet HDL, structure hexagonale de symétrie rhomboédrique R-3m [10]. Les diffractogrammes correspondent à des HDL de symétrie rhomboédrique bien cristallisé.

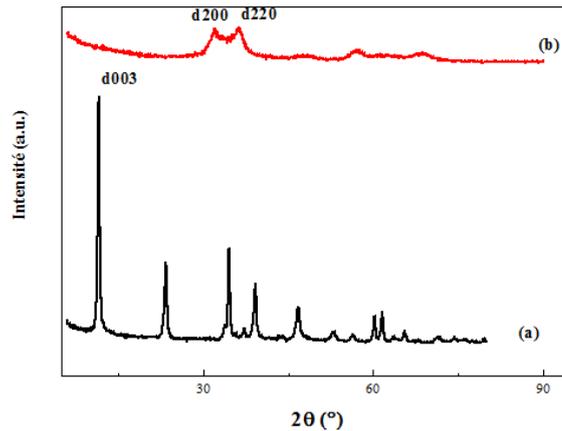


Figure.1 : diffractogramme de l'HDL Zn/Al =4 : (a) avant calcination, (b) après calcination.

3.2. Isotherme d'adsorption : Élimination de diclofénac de sodium

Les deux modèles les plus couramment utilisés sont les modèles de Langmuir et Freundlich.

Langmuir considère que la surface est homogène. Ce modèle est décrit par l'équation suivante :

$$q_e = \frac{q_{max} K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (3)$$

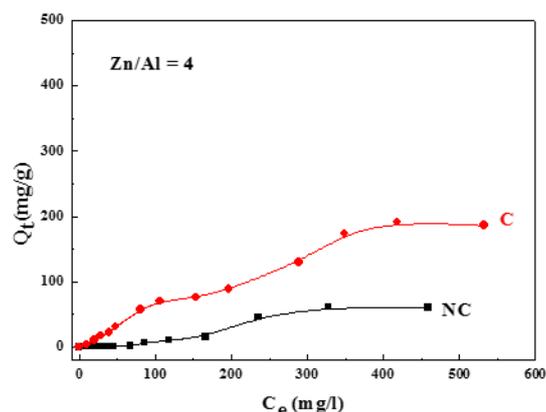
Où q_e (mg/g) : la quantité adsorbée en DS à l'équilibre, q_{max} : la quantité maximale nécessaire pour la monocouche, K_L (l/mg, l/mol) : la constante d'équilibre d'adsorption dite constante de Langmuir et elle est relative à l'énergie d'adsorption, une valeur élevée de K_L signifie une forte adsorption. C_e : concentration à l'équilibre (mg/L).

L'équation de Freundlich est basée sur l'adsorption sur des surfaces hétérogènes :

$$q_e = K_f C_e^{1/n} \quad (4)$$

Avec q_e et C_e ont les mêmes définitions que ci-dessus, K_f et $1/n$: constantes de Freundlich en relation avec la température, le pH, la nature de l'adsorbant, et de l'adsorbant, K_f indique la capacité d'adsorption de l'adsorbant, $1/n$ indique l'effet de la

concentration sur la capacité d'adsorption représentant l'intensité de l'adsorption, si l'adsorption est supérieure à 1. Nous modélisons le plus mieux nos résultats



favorable, alors n est constatons que le (forme L) est le plausible qui décrit expérimentaux.

Figure.2 : Isotherme d'adsorption de DS par Zn/Al=4 calciné (C) et non calciné (NC).

Tableau.1 : Taux d'élimination du DS pour les différentes concentrations.

C (mg/L)	5	10	20	50	100
R%	38.8%	24.1%	68.5%	56.4%	66.1%

4. CONCLUSION

Les résultats montrent que la quantité adsorbée de DS augmente en fonction de la concentration de DS. Pour la modélisation de l'isotherme, le modèle de Langmuir décrit mieux les isothermes étudiées, révélant une adsorption en monocouches. Ceci suggère notamment que ce derniers pourrait constituer un intéressant support pour le piégeage de diclofénac polluant.

Référence

- [1] ManalSoufan, Thèse de doctorat de l'Université de POITIERS, (2011).
- [2] Ternes, T.A., Water Res., 32 (1998) 3245-3260.
- [3] Heberer, T., Toxicol. Lett., 131 (2002) 5-17.
- [4] Oaks, J.L., Gilbert, M., Virani, M.Z., Watson, R.T., Meteyer, C.U., Rideout, B.A., Shivaprasad, H.L., Ahmed, S., Chaudhry, M.J.I., Arshad, M., Mahmoud, S., All, A., Khan, A.A., Nat., 427 (2004) 630-633.
- [5] Cleuvers, M., Toxicol. Lett., 142 (2003) 185-194.
- [6] Ferrari, B., Paxeus, N., Lo Giudice, R., Pollio, A., Garric, J, Ecotox. Environ. Safe., 56 (2003) 450-450.
- [7] Schwaiger, J., Ferling, H., Mallow, U., Wintermayr, H., Negele, R.D., Aquat. Toxicol., 68 (2004) 141-150.
- [8] You, Y., Zhao, H., Vance, G.F., Mater. Chem., 12, p. 907-912 (2002).

- [9] You, Y., Zhao, H., Vance, G.F., *A Physicochem. Eng. Asp.*, 205, p. 161-172 (2002).
- [10] Erwan Geraud, Thèse de doctorat de l'Université de Blaise Pascal, (2006).