



Cactus Opuntia Ficus Indica: une solution contre la pollution métallique et les Matières En Suspension **(Cactus Opuntia Ficus Indica: a solution against the metallic pollution and Suspended Solids)**

M. Belbahloul*, A. Zouhri et A. Anouar

Laboratoire de chimie appliquée et Environnement, Faculté des Sciences et Techniques Université Hassan I^{er} B.P. 577, Settat, Maroc

Received 09 September 2014, Revised 11 October 2014, Accepted 20 October 2014

** Corresponding Author. E-mail: belbahloulmounir@yahoo.fr; Tel: (+00212660931841)*

Résumé

Dans ce présent travail, nous avons évalué le pouvoir épuratoire d'un nouveau bio-floculant, extrait à partir de la raquette de cactus *Opuntia Ficus Indica* (OFI), dans le traitement des eaux usées préparées au sein de notre laboratoire. L'étude a été réalisée sur des échantillons chargés en Zinc et en Matières En Suspension (MES). Le traitement se base sur une coagulation avec la chaux, suivi d'une floculation avec notre nouveau produit. Ce dernier a montré un effet très significatif sur l'élimination du Zinc et de la MES avec un rendement avoisinant respectivement 96% et 99%.

Abstract

In this present study, we evaluated the purifying power of a new bio-flocculant, extracted from the pad of *Opuntia Ficus Indica* (OFI) in treatment of wastewater prepared in our laboratory. The study was performed on samples loaded with Zinc and Suspended Solids (SS). The treatment is based on coagulation with lime, followed by flocculation with our new product. The latter showed a very significant effect on the elimination of Zinc and SS with a yield of around 96% and 99% respectively.

Introduction

Le problème des eaux usées industrielles, souvent rejetées dans le milieu récepteur (mer, rivières, sols) sans traitement préalable, provoque une dégradation de la qualité physico-chimique et biologique de ce milieu et génère de nombreuses maladies hydriques [1, 2]. Parmi les traitements des eaux potables et des eaux usées, nous nous focalisons sur le procédé de coagulation-floculation, qui fait appel à plusieurs agents chimiques, notamment les coagulants et les floculants. Ces produits synthétiques ont des effets néfastes sur la santé humaine et sur l'environnement, cependant chercher des produits alternatifs devient une nécessité cruciale. Dans un contexte sanitaire et environnemental ; nous allons concentrer nos études à faire intégrer de nouveaux produits biodégradables dans le processus de traitement des eaux. Pour cette raison nous sommes amenés à travailler sur la valorisation de cactus Marocain *OFI* dans le traitement des eaux qui peuvent être chargées par des métaux toxiques (Cuivre, Zinc, Plomb...etc.) et des microorganismes pathogènes vu une valorisation industrielle.

Le zinc et le cuivre sont des éléments essentiels pour tous les organismes vivants, y compris l'homme. A forte dose, ces métaux peuvent provoquer des graves problèmes de santé ; tels que des crampes d'estomac, des irritations de la peau, des vomissements, des nausées, de l'anémie.... D'importantes quantités de ces métaux peuvent aussi être trouvées dans le sol. L'accumulation progressive et continue de ces métaux a des conséquences néfastes sur le fonctionnement biogéochimique [3]. Par ailleurs, de nombreux travaux ont été menés afin d'éliminer ces métaux et la matière en suspension présentes dans les effluents industriels par voie physicochimique [4-5]. Les procédés suivis par ces chercheurs ont nécessité plusieurs étapes de traitement utilisant des produits chimiques, qui pourront avoir des effets négatifs sur la santé humaine. On note le chlorure de fer, le sulfate d'alumine et les polymères chimiques comme produits usuellement utilisés. Par

ailleurs, l'objectif de notre travail est de substituer les produits synthétiques utilisés dans les procédés de traitement des eaux par coagulation-floculation, avec d'autres produits naturels. Par ailleurs, nous avons utilisé la chaux, comme un agent coagulant et le produit biodégradable extrait à partir de la raquette du cactus comme agent floculant. Cette étude justifie un protocole purement écologique.

2. Matériels et méthodes

Les cladodes de cactus environ 450g ont été récoltés pendant le mois d'avril 2013, dans une plantation sauvage près de la ville de Berrechid. Les raquettes ont été lavées, puis l'ensemble des épines ont été enlevées manuellement, les cladodes sont ensuite broyés avec l'eau distillée, centrifugés et concentrés (Figure 1).

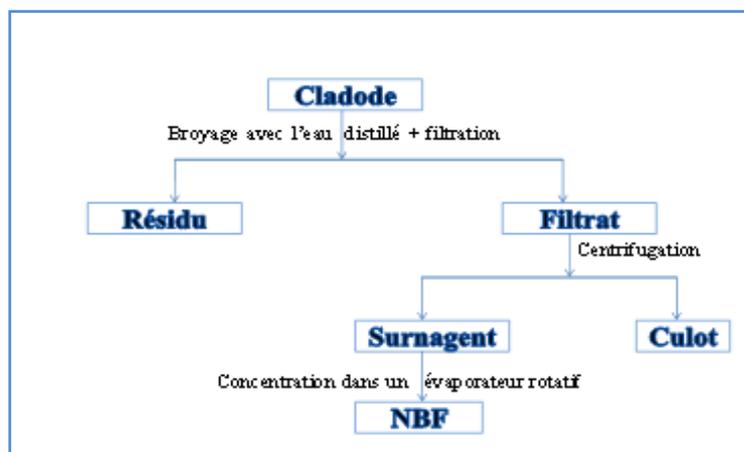


Figure 1 : Protocole de préparation du Nouveau Bio-Floculant (NBF).

La MES a été analysée par un turbidimètre de marque HANNA LP2000-11, la teneur en Zinc par spectroscopie d'absorption atomique avec flamme d'air - acétylène (UNICAM 929), le pH ajusté à l'aide d'un multi-paramètre Consort C 3040. Le traitement des eaux a été effectué dans un système Jar-test (Model ISCO RPM/OPM).

L'échantillon d'eau chargée en MES a été préparé à partir d'une argile SANMIX 5%. Celui chargé en Zn de teneur 100ppm en Zn est préparé à partir du chlorure de Zinc. Nos traitements s'effectuent en deux étapes principales :

- Ajustement de pH et coagulation (cette opération est effectuée sous une agitation rapide de 120 tr/min pendant 1 min) avec la chaux (agent coagulant naturel) ou le chlorure de fer en tant que coagulant artificiel.
- Floculation (agitation lente de 40 tr/min pendant 40min) : Après l'ajustement du pH et pour accélérer la décantation de la matière en suspension, nous avons ajouté l'un des deux floculants : soit le floculant naturel (NBF) ou le floculant industriel.

3. Résultats et discussion

Pour évaluer le pouvoir épuratoire de la combinaison chaux/NBF, nous avons suivi l'évolution des concentrations en ions Zn dans les différents échantillons. Au cours du traitement, le pH utilisé pour la précipitation de ces ions est d'environ 10 [6]. Le tableau 1 montre que la combinaison NBF/Chaux présente une très bonne alternative des floculants et des coagulants synthétiques qui génèrent de grands problèmes.

A titre d'exemple : en cas d'utilisation du chlorure de fer comme coagulant, nous aurons un risque évident de contamination des boues par des composés contenant le chlore, le fer et les polymères synthétiques qui pourraient causer des conséquences graves sur l'environnement. Par contre, dans le cas de l'utilisation de la chaux et le NBF ; nous générons une boue constituée simplement de matière organique biodégradable.

L'ensemble des combinaisons montrent des résultats comparables pour l'élimination du zinc, l'utilisation du $FeCl_3$ avec le floculant industriel ont montré un grand pouvoir d'élimination de ce métal (95.2 %) qui est de même valeur que la combinaison chaux/NBF (95.1 %).

L'élimination des MES est précédée d'une optimisation du pH de précipitation des colloïdes, nos échantillons chargés en MES ont été traités dans une gamme de pH 2 à 12. Ce dernier est ajusté soit par l'ajout de l'acide sulfurique ou de la chaux, on conservant le même volume de notre NBF (Figure 2).

Tableau 1. Evolution de la teneur en zinc au cours du traitement

Tableau1: Evolution des concentrations en Zn ²⁺ au cour du traitement				
Floculant	Coagulant	[Zn] Avant Traitement (ppm)	[Zn] Après Traitement (ppm)	pourcentage d'élimination (%)
NBF	Chaux	100	4.9	95.1
	Fe Cl ₃	100	5.3	94.7
Floculant Industriel	Chaux	100	5.9	94,1
	Fe Cl ₃	100	4.8	95,2

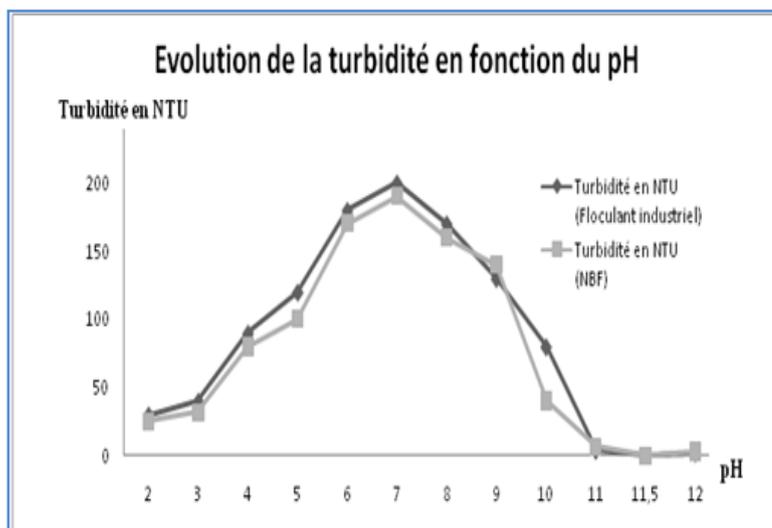


Figure 2 : Evolution de la turbidité en fonction du pH

Pendant la deuxième étape d'optimisation des autres paramètres du traitement, nous maintenons le pH à 11.5. Pour l'optimisation du volume des floculants ; ils ont été préparés à 10 % dans l'eau distillée, la figure 3 montre qu'avec un volume avoisinant 1.2 ml on obtient une turbidité de l'ordre du zéro pour les deux floculants.

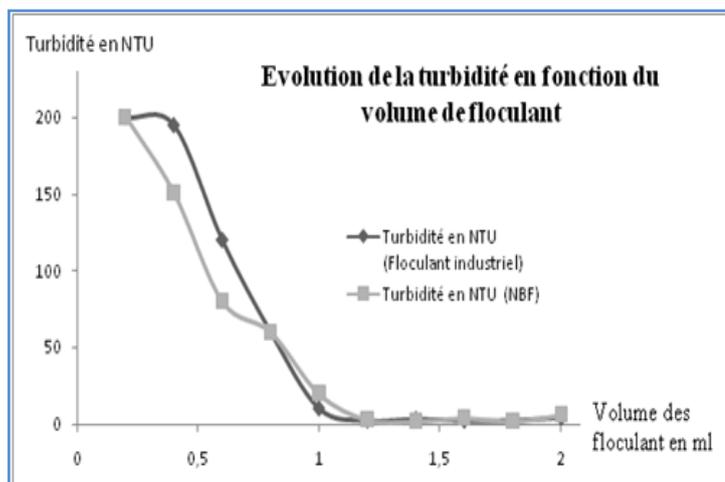


Figure 3 : Evolution de la turbidité en fonction du volume de floculant à pH constant

La troisième phase d'optimisation des paramètres de coagulation-floculation consiste dans le temps de décantation, les deux premiers paramètres ont été maintenus aux pH=11.5 et V_{floculant} = 1.2 ml. Les résultats

présentés dans la figure 4 montrent qu'après 5 min de décantation ; la turbidité avoisine le zéro pour le NBF. Par contre, en cas de flocculant industriel, nous avons constaté que pour atteindre le même résultat il nous faut 11min de décantation.

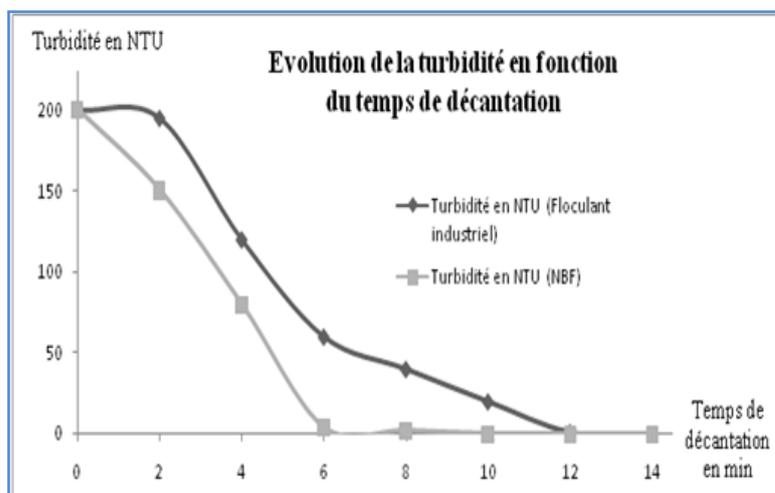


Figure 4: Evolution de la turbidité en fonction du temps de décantation

La combinaison chaux/NBF donne des rendements largement supérieurs par rapport à ceux qui sont observés dans le cas d'utilisations des produits synthétiques. La taille des floccs formés avec l'ajout du NBF est très grand, on a obtenu des macrofloccs ce qui a diminué le temps de décantation pour cette combinaison.

Conclusion

Les cladodes de cactus sont donc une alternative possible aux flocculants chimiques. Cependant, cette plante, qui a fait sa preuve à petite échelle, n'est pas valorisée à l'échelle industrielle.

En effet, nos résultats montrent que la combinaison NBF/chaux est une très bonne alternative aux coagulants et flocculants synthétiques dans le traitement des eaux chargées en MES et en Zinc.

Références

1. Document OMS, Organisation Mondiale de la Santé, *Rapport Annuel sur la Santé dans le Monde*, Genève, (1989).
2. Document PNUD, Programme des Nations Unies pour le Développement au delà de la Pénurie: Pouvoir, Pauvreté et la Crise Mondiale de l'Eau, *Rapport Mondial sur le Développement Humain*, New York, (2006).
3. Aboualie E., Jean O., Ledion J., *Journal Européen d'Hydrologie*. 27(1) (1996) 109 - 126.
4. Edeline F., L'Épuration Physico-Chimique des Eaux, Théorie et Technologie, *Cebedoc, 4ème Edition, Paris, France*, (1993) 282.
5. Bontoux J., Introduction à l'Étude des Eaux Douces: Eaux Naturelles, Eaux Usées, Eaux de Boisson, Qualité et Santé, *Lavoisier Édition, Paris, France*, (1993) 170.
6. Tatangelo A., Laforest V., Bourgois J., *11ème congrès de la Société Française du Génie des Procédés, Saint Etienne : France*. (2007).

(2014) ; <http://www.jmaterenvironsci.com>