

ETUDE DE L'ELIMINATION DES ACIDES HUMIQUES PAR ADSORPTION-DECANTATION-FILTRATION

Fateh Bouteldjaoui^{*)}, Wahib Naceur^{**}, Fadila Ammour^{*}

^{*} Laboratoire de traitement des eaux. E.N.S.H. BP.31. 09 000. Blida. Algérie

^{**} Institut de chimie Industrielle. Université de Blida. B.. 270. 09000. Algérie.

RESUME

Les substances humiques étant considérées comme une partie importante de la matière organique des eaux de surface, les chercheurs se sont attachés, à étudier la réduction ou l'élimination presque totale de ces composés. L'objectif de l'étude est d'examiner les résultats d'élimination par un procédé physico-chimique (Adsorption – Décantation -Filtration), des acides humiques contenus dans les eaux de surface. L'influence de la concentration de la montmorillonite H au niveau de l'étape adsorption sur l'efficacité de rétention de ces composés a été examinée.

Mots clés : acide humique, adsorption, filtration, montmorillonite H

ABSTRACT

Color is useful index of dissolved humic substances in water. The removal of these substances is today one of the most important targets in EEC water purification technology. The conventional process is coagulation - flocculation separation to remove HS responsible for haloform formation during chlorination of humic rough water. The aim of the present work is to study the removal of humic acid by adsorption-decantation-filtration. The effect of concentration montmorillonite H on the performance of this process is considered.

INTRODUCTION

La plupart des eaux de surface contiennent des matières organiques provenant de la vie végétale et animale. Parmi ces composés, les substances humiques composées principalement de la fraction "acide humique" définie comme étant la partie soluble en milieu légèrement basique, et la fraction "acide fulvique" qui est la partie restant en solution après précipitation des acides humiques à pH acide [1]. Elles sont responsables de la coloration de l'eau, sont un véhicule pour la plupart des substances toxiques (métaux lourds, pesticides). Enfin lors de la désinfection de l'eau le chlore oxyde les substances dissoutes pour donner des haloformes et des composés chlorés divers ayant une action néfaste sur la santé de l'homme [2]. De nombreux travaux ont été réalisés dans le but d'éliminer ces composés.

L'élimination de ces polluants contenus dans les eaux brutes, se réalise par un traitement conventionnel dans les stations chargées de la production d'eau de consommation.

L'objectif principal de ce travail est d'étudier l'efficacité d'élimination des acides humiques par un procédé physico-chimique, constitué principalement d'une étape d'adsorption préalable de l'acide humique sur une montmorillonite H, suivie d'une étape de décantation - filtration à travers un lit de sable.

I. TECHNIQUES EXPERIMENTALES

1.1 Préparation des réactifs :

1.1.1 Préparation de la solution synthétique d'acide humique :

Une solution synthétique d'acide humique a servi aux essais d'adsorption. Les principales caractéristiques de l'acide humique fournies par la société ALDRICH Compagny sont : C%= 51.37, H%= 4.19 et N%=0.75. La composition de l'eau du robinet est dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition de l'eau de robinet utilisé

pH	7,5	
Conductivité (µs/cm)	992	
Turbidité	0,45	
Minéralisation	mg/l	még/l
Ca ⁺²	85,60	4,28
Mg ⁺²	36,40	3,03
Na ⁺	79,80	3,46
Σ cations		10,8
Cl ⁻	127,30	3,59
SO4 ⁻²	100	2,08
HCO3 ⁻	341,60	5,60
NO3 ⁻	6,30	0,10
Σ anions		11,37

1.1.2 Préparation et caractérisation de la bentonite:

L'argile utilisée (tableau 2) est une bentonite naturelle extraite du gisement de Roussel à MAGHNIA (Algérie). Elle nous a été fournie non traitée à l'état finement broyée par l'ENOF

Tableau 2 : Caractéristiques chimiques de la bentonite utilisée

Constituant	% Massique
SiO ₂	69,33
Al ₂ O ₃	14,67
Fe ₂ O ₃	1,16
CaO	0,3
MgO	1,07
Na ₂ O	0,50
K ₂ O	0,79
TiO ₂	0,16
AS	0,05
PAF*	11

* : perte au feu

1.1.2.1 Purification de la Bentonite:

La bentonite brute est traitée comme suit [3] :

- Homoionisation sodique par traitement avec NaCl
- Récupération de la fraction $\Phi < 2 \mu\text{m}$
- Elimination des sels résiduels par centrifugation et dialyse

1.1.2.2 Traitement acide de la bentonite :

L'activation de la bentonite par l'acide chlorhydrique se fait comme suit [3]:

- La bentonite préalablement purifiée est dispersée dans une solution 7 N d'acide chlorhydrique. Le mélange ainsi obtenu est placé sous agitation pendant deux heures.
- Une centrifugation permet de récupérer la fraction bentonitique, ensuite un lavage avec de l'eau distillée tiède est effectué jusqu'à neutralisation du surnageant.
- En dernier lieu, la fraction ainsi obtenue est séchée dans une étuve à 40 °C pendant 72 heures.

1.1.3 Matériau de la couche filtrante

Les principales caractéristiques du sable utilisé au niveau de la couche filtrante sont consignées au tableau 2.

Tableau 3 : Caractéristiques du sable utilisé

Caractéristiques	Valeurs
Diamètre moyen des grains (mm)	0,90
Masse volumique (g/cm ³)	2,5
Porosité du lit (%)	0,42

1.2 Méthodes d'analyses

1.2.1 Mesure de la concentration d'acide humique

L'analyse des acides humiques est réalisée par spectrophotométrie UV-VIS à 353 nm déterminée par balayage avec un appareil "SPEKOL11", ayant une cuve de dimension 5×1×2) cm.

1.2.2 Mesure du pH :

Les mesures du pH sont effectuées à l'aide d'un pH mètre de type « TACCUSSEL » préalablement étalonné pour chaque gamme de pH considérée.

1.2.3 Mesure de la turbidité

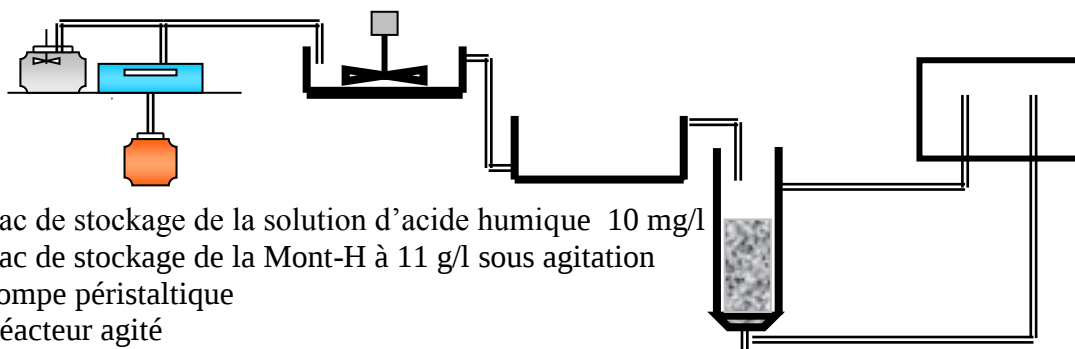
La présence des colloïdes argileux dans les prélèvements est suivie par des mesures de la turbidité.

L'appareil utilisé est un turbidimètre du type "HACH 100 A " préalablement étalonné.

1.3 Unité Expérimental

L'unité expérimentale se compose d'un bac d'alimentation contenant une solution d'acide humique à 10 mg/l, pour être ensuite acheminée vers un réacteur rectangulaire muni d'un agitateur mécanique, par ailleurs, l'alimentation de ce dernier par une solution de montmorillonite H est assurée par l'intermédiaire d'une pompe péristaltique, permettant de maintenir une concentration de 1 g/l d'adsorbant. Le temps de séjour est déterminé expérimentalement et fixé à trois heures (temps d'équilibre) [3]. Le mélange acide humique- montmorillonite H est ensuite acheminé vers un décanteur lamellaire assurant un temps de séjour d'environ une heure. A la sortie du décanteur une colonne de filtration de 2.3 cm de diamètre munie d'une hauteur de sable de 75 cm et de deux prises de pressions permettant la mesure de la perte de charge à travers le milieu filtrant (Figure 1).

Les échantillons prélevés sont ensuite analysés.



- 1 : Bac de stockage de la solution d'acide humique 10 mg/l
 2 : Bac de stockage de la Mont-H à 11 g/l sous agitation
 3 : Pompe péristaltique
 4 : Réacteur agité
 5 : Agitateur mécanique
 6 : Décanteur
 7 : Colonne de filtration
 9 : Manomètre différentiel

Figure 1 : Schéma du dispositif de filtration

II. RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.1 Décantation

Pour une concentration de la montmorillonite variant de 0.2 g/l à 1 g/l, les différents résultats exprimant l'efficacité d'élimination, par sédimentation des pseudo-flocs et des particules colloïdales en suspension, sont consignés au tableau 3.

Tableau 4 : Pourcentages optimaux de réduction des AH et de la turbidité

Concentration de la montmorillonite H	0,2	0,5	1
% Réduction de la turbidité	44,44	56	72
% Réduction (DO)	34,79	42,65	70,76

Ces résultats montrent que pour les différentes concentrations étudiées, un rendement d'élimination d'environ 72 % en terme de turbidité est obtenu avec une concentration de 1 g/l de montmorillonite H, ce qui correspond à turbidité à la sortie du décanteur de 78 NTU. Il tombe ensuite à 56 % puis 44.44 % pour des concentrations respectivement égales à 0.5 g/l et 0.2 g/l.

D'autre part, l'élimination de l'AH par décantation du couple mixte (acides humiques montmorillonite H), peut atteindre 70.76 % de la concentration initiale (10 mg/l) pour une concentration en montmorillonite H égale à 1 g/l.

Enfin il est à noter que l'efficacité d'élimination de la turbidité ainsi que les acides humiques par décantation est fortement par la concentration de la montmorillonite H utilisée au niveau de réacteur.

2. 2 Filtration :

2.2.1 Rétention :

L'étude de l'influence de la concentration de la montmorillonite H, a permis d'aboutir aux résultats représentés sur les figures (2) et (3).

A partir des résultats observés il apparaît que :

D'une part, la courbe exprimant l'évolution de la rétention des AH en fonction du temps, présente une croissance aux premiers instants ; pour atteindre une phase où la réduction reste quasi-constante, correspondant à une efficacité d'élimination élevée. D'autre part, la courbe traduisant l'évolution du taux d'abattement de la turbidité en fonction du temps, croît progressivement, Pour atteindre un palier, correspondant au maximum d'efficacité.

Il est à souligner qu'une efficacité d'élimination optimale exprimée en terme de densité optique se situant autour de 90 % est observée, pour une concentration en montmorillonite H égale à 1 g/l. D'autre une augmentation de la concentration d'adsorbant de 0.2 g/l à 1 g/l entraîne une amélioration significative de taux de rétention des acides humiques

Par ailleurs, le meilleur rendement en terme d'abattement de la turbidité pouvant atteindre 95 % est obtenu pour la même concentration de la montmorillonite H.

D'autre part il apparaît qu'une réduction de la concentration de la montmorillonite H, conduit à une nette diminution de l'efficacité d'élimination, qui passe de ($\cong 90\%$) à ($\cong 60\%$). A une concentration de 0.2 g/l de montmorillonite -H, la réduction de l'acide humique est moins effective et ne dépasse pas 40 % en terme de densité optique, correspondant à un taux d'abattement d'environ (78 %) en matière de turbidité.

Il est à noter que dans tout l'intervalle des concentrations de la montmorillonite H étudiées la turbidité résiduelle reste sensiblement élevée.

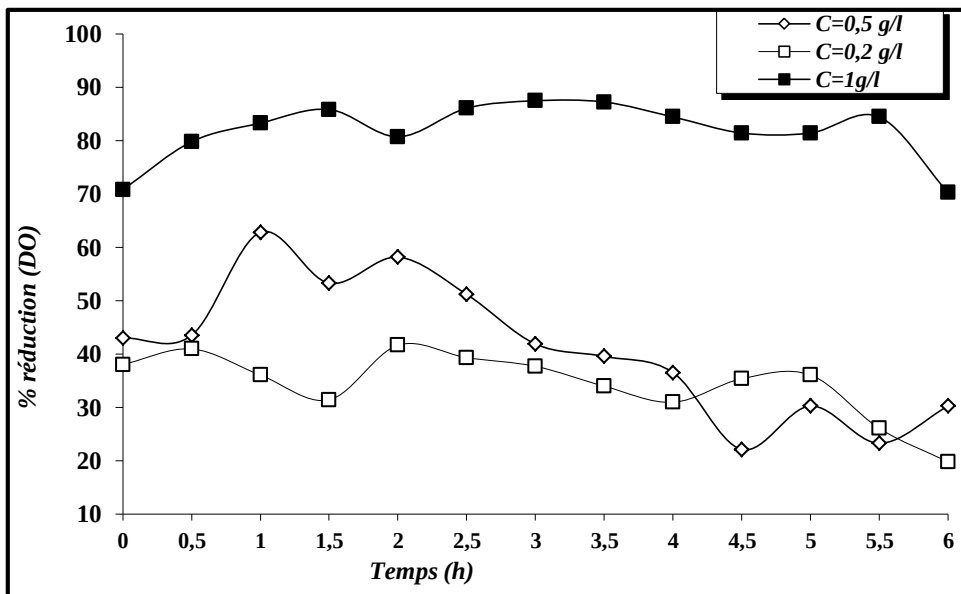


Figure 2: Influence de la concentration de la montmorillonite H sur l'élimination des AH par filtration ; (CAH=10 mg/l; V=7 m/h; pH =5,5)

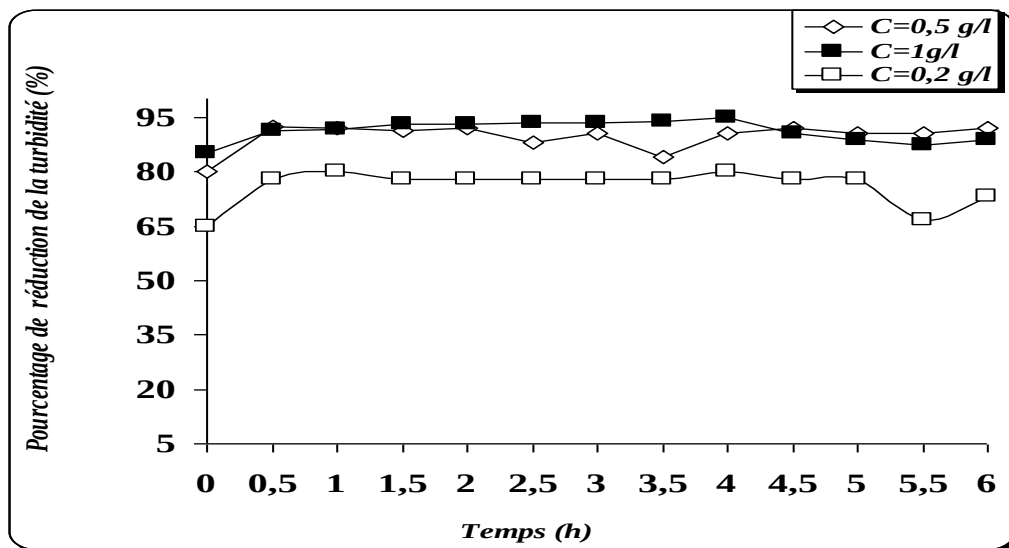


Figure 3 : Influence de la concentration de la montmorillonite H sur l'élimination de la turbidité ;(CAH =10 mg/l ;V=7 m/h; pH=5,5)

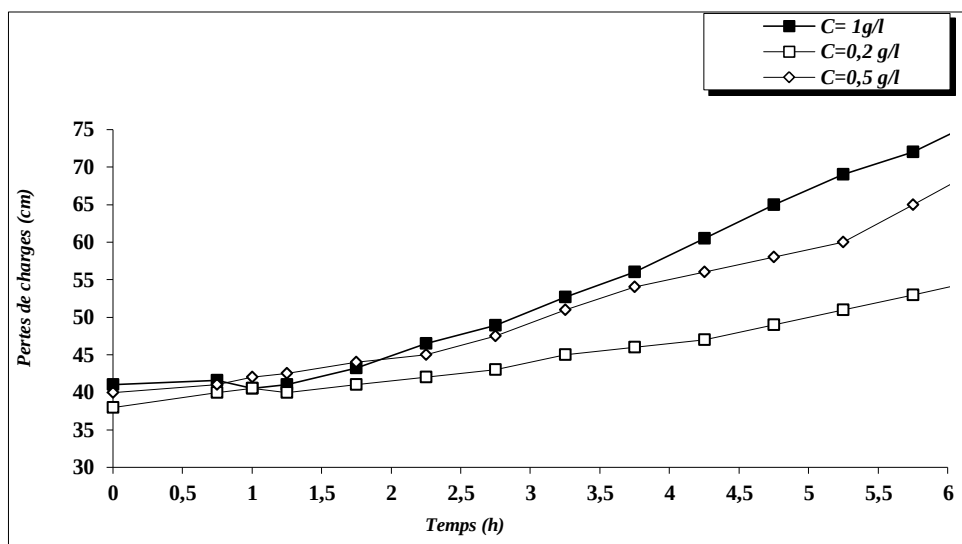


Figure 4: Evolution de la perte de charge en fonction du temps à différents concentration de la Montmorillonite -H

2.2.2 Pertes de charge

La figure 4 montre l'évolution de la perte de charge au cours du temps pour les différentes concentrations d'adsorbants. Il apparaît que l'évolution de la perte de charge en fonction du temps, présente un accroissement progressif, caractérisé par une faible courbure.

D'autre part, la perte de charge maximale (environ 76.5 cm) est atteinte, après 6 heures de filtration, correspondant à une concentration de la montmorillonite H de 1 g/l.

CONCLUSION

Cette étude nous a permis d'examiner les possibilités d'élimination des acides humiques présents dans les eaux de surface, par un procédé physico-chimique à savoir une adsorption – décantation - filtration.

Les résultats présentés dans cette étude montrent que l'efficacité d'élimination de l'acide humique est fortement influencée par la concentration de la montmorillonite H utilisée au niveau du réacteur; avec une efficacité qui peut atteindre 90 % pour une concentration d'adsorbant égale à 1 g/l. Par ailleurs, il apparaît que la décantation reste la phase la plus déterminante du traitement puisque la quantité des acides humiques introduite est éliminée à 70 %.

A ce propos, l'objectif de la réduction de la turbidité sera atteint par une optimisation des paramètres régissant la phase de la filtration à savoir la hauteur du lit, la porosité et la vitesse de filtration puisque l'élimination des acides humiques est de 90 %.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : **B.LEGUB., J.P. CROUE., F.BELTRAN-NOVILLO.,** 1987. Effet de l'ozonation sur le potentiel de formation d'organo-chlores des acides fulviques. Sciences de l'eau, 6, 435-448.
- [2] : **M. M. MAZET., J.AYELE et I. RIGAUDIE.,** 1992. Removal of humic acids in treatment by grafted celluloses. Water research. 26 (4). pp.409-417.
- [3] : **E.SRASRA .,** 1987. Caractérisation minéralogique, propriétés physico-chimiques et applications du gisement HAIDOU DI. Thèse de doctorat, faculté de Tunis.