INCIDENSE DE LA PRESENCE D'UNE BASE AZOTEE SUR L'ELIMINATION DES SUBSTANCES HUMIQUES

MASMOUDI .TOUFIK[1] ; GUERGAZI SAADIA[2]
[1, 2] Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface –LARHYSS-
Département de Génie Civil et d'Hydraulique, Faculté des Sciences et de la Technologie
Université Mohamed Khider de Biskra, Algérie. Email: aqua-etuhp@yahoo.fr

Résumé

L'eau prélevée dans le milieu naturel n'est généralement pas utilisable directement pour la consommation humaine car des éléments liés à l'activité de l'homme peuvent être entraînés (nitrates, matières organiques, pesticides, matières en suspension, micro-organismes…).

Les substances humiques [SH] sont des composées qui occupent une très grande part. Elles sont responsables de la coloration de l'eau, possèdent des propriétés d'échangeurs d'ions et des propriétés de complexation, elles peuvent être un véhicule pour la plupart des substances toxiques (métaux lourds, pesticides…).

De même, la caféine [Caf] est une base azotée à structure hétérocyclique ayant une importance fondamentale en biologie. Dans les eaux naturelles cette base fait partie de la matière organique volatile qu'on peut trouver à faible concentration.

L'adsorption présente l'avantage de pouvoir être appliquée au traitement de divers effluents et apporté ainsi des réponses aux exigences réglementaires pour la protection de l'environnement. Plusieurs adsorbants sont utilisés pour le traitement de ces eaux, Le charbon actif est l'un des moyens les plus efficaces pour éliminer une vaste gamme de ces contaminants. Les différents résultats obtenus montrent que le charbon actif poudre pourrait constituer l'adsorbant le plus adéquat pour la rétention des substances humiques. Néanmoins, la variation de la masse de la caféine a conduit à une diminution dans la capacité d'élimination des substances humiques ce qui implique l'effet inhibiteur de la caféine.

Mots clés: Substances humiques, Caféine, Adsorption, charbon actif en poudre, eau minéralisée

I. INTRODUCTION

Les substances humiques constituent la matière organique des sols sont formées essentiellement au cours des processus de dégradation des matières végétales et animales par les microorganismes. Les substances humiques composées principalement d'acides humiques et fulviques occupent une très grande part. Elles sont responsables de la coloration de l'eau [1]. De même, les bases azotées (puriques et pyrimidiques), sont des molécules qui font partie des nucléotides, qui sont eux-mêmes des éléments de l'ARN et de l'ADN. Bien que la plupart de ces composés soient présents à de faibles concentrations, beaucoup d'entre eux soulèvent de considérables préoccupations toxicologiques et écotoxicologiques, en particulier lorsqu'ils sont présents en tant que composants de mélanges complexes.

Les procédés d'adsorption constituent souvent une technique complémentaire à une filière de potabilisation conventionnelle. Dans ce contexte, l'objectif de notre étude est donc de tester l'efficacité de la rétention de la substance humique sur le charbon actif en poudre en présence de la caféine en eau minéralisée. Pour aboutir à notre objectif, divers paramètres réactionnels seront pris en considération.

II. Matériels et méthodes

A. Préparation des solutions

Les solutions mères de substances humiques et de la caféine sont préparées à partir de 100mg, que l'on dissout dans un litre d'eau distillée. Avant chaque série d'essais, on détermine la courbe d'étalonnage : absorbance (A) = f(concentrations en substances humiques) à partir des dilutions successives de la solution mère en eau distillée.

Des solutions de substances humiques et de la caféine en milieu tamponné (pH=7 ± 0,1) sont utilisées également au cours des essais d'adsorption sur charbon actif en poudre.

B. Le milieu de dilution

Pour apporter une contribution à la connaissance de l'effet de la minéralisation sur les procédés d'adsorption, nous avons opté pour une eau de forage de la région de sidi okba (Wilaya de Biskra) destinée à l'irrigation.

TABLEAU I: Caractéristiques physico-chimiques des eaux de dilution

T° C	pH	*Cond (µs/cm)*	*TH (°F)*	*TAC (°F)*	***Ca^{2+} (mg/l)***	*Cl^- (mg/l)*	*SO_4^{2-} (mg/l)*	*Fe^{2+} (mg/l)*	*Mn^{2+} (mg/l)*
18	7.55	7000	210.60	10.50	124.40	1826.40	1330.00	0.22	10.10

C. Dosage des substances humiques

Le dosage des substances humiques s'effectue par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 254 nm. Le spectrophotomètre utilisé est de type Light Wave WPA.

Les teneurs résiduelles en substances humiques sont évaluées grâce à des courbes d'étalonnage de l'absorbance en fonction des concentrations en mg/l de substances humiques.

D. Description des essais d'adsorption

Les essais d'adsorption sont réalisés en réacteur statique en adoptant différents conditions opératoires. Dans un premier temps, les essais d'adsorption ont consistés à suivre les cinétiques d'élimination des substances humiques en présences de la caféine sur charbon actif en poudre (CAP).

Les solutions ont été agitées sur des agitateurs électromagnétiques puis filtrées. Dans un second temps, nos essais ont pour objectif d'observer l'effet de la variation de la teneur initiale des SH et la variation de la masse de la caféine sur les rendements d'élimination des substances humiques.

Il est à noter que l'ensemble de nos essais ont été ajustés à un pH = 7 ± 0,1. L'ajustement est effectué par l'acide chlorhydrique à 0,1 N et par la soude à 0,1 N.

III. Résultat et discutions

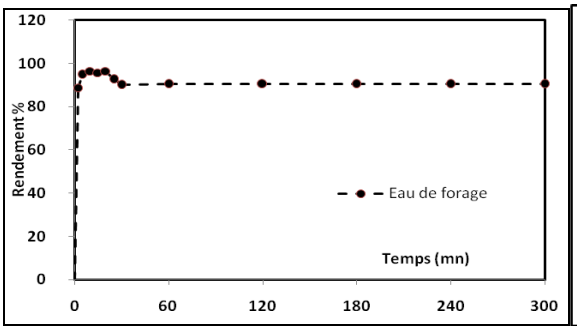
A. Cinétique des essais d'adsorption

Nous avons suivi les rendements d'élimination des substances humiques en présence de la caféine sur charbon actif en poudre. Nous avons ajusté l' eau minéralisée testée à un pH = 7 ± 0,1. Le temps d'agitation nécessaire pour obtenir l'équilibre varie entre deux minutes et cinq heures. L'évaluation du rendement d'élimination des substances humiques est suivie par le paramètre R% :

$$R\% = \frac{(Co - Ce)}{Co} x100 \qquad (1)$$

Avec Co la concentration initiale en substances humiques (mg/L) et Ce la concentration des substances humiques résiduelles (mg/L), déduite de la courbe d'étalonnage.

Le résultat obtenu (fig1) montre que les rendements d'élimination des substances humiques en présence de la caféine augmentent avec le temps d'agitation des solutions aqueuses et atteignent des valeurs maximales de l'ordre de 96,51% dans une eau de forage testée. D'autre part l'équilibre est atteint pendant 20 minutes, nous pouvons également constater que les cinétiques présentent deux étapes distinctes. La première étape est rapide suivie par une autre qui ne se stabilise qu'après 1 et 2 heures.



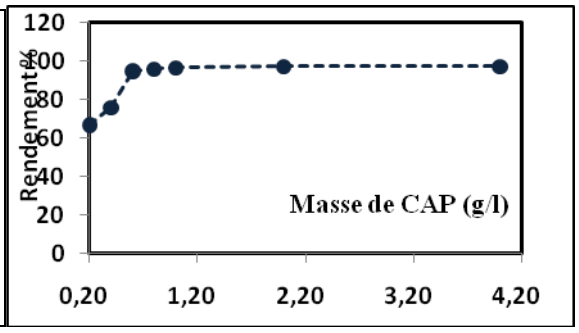


Fig 1 Fig 2

Fig 1:Cinétiques d'adsorption des substances humiques en présence de la caféine sur charbon en poudre [SH] = 10 mg/L; [Caf] = 5 mg/L; [CAP] =1g.

Fig 2. Effet de la variation de la masse du charbon actif sur les rendements d'élimination la substance humique en présence de la caféine. [SH] = 10 mg/L; [Caf] = 5 mg/L.

Au vu de ces résultats, nous pouvons également constater que les cinétiques présentent deux étapes distinctes. La première étape est rapide et correspond au transfert de masse externe tandis que la seconde est lente et est liée au phénomène de diffusion (transfert de masse interne) [2]. La forte adsorption de la SH sur le charbon actif en poudre est due probablement à la dimension des pores du fait que le charbon actif en poudre est mésoporeux [3]. Ceci rejoint les travaux de Le Cloirec [4], ils ont montré que les composés aromatiques s'adsorbent bien sur charbon actif.

B. Effet de la variation de la masse du charbon actif

Les essais ont été réalisés sur des solutions de SH de 10 mg/l et 5mg/l de caféine, la masse du charbon actif varie de 20 mg à 4000 mg. Les résultats obtenus à l'équilibre apparaissent sur la figure 2.

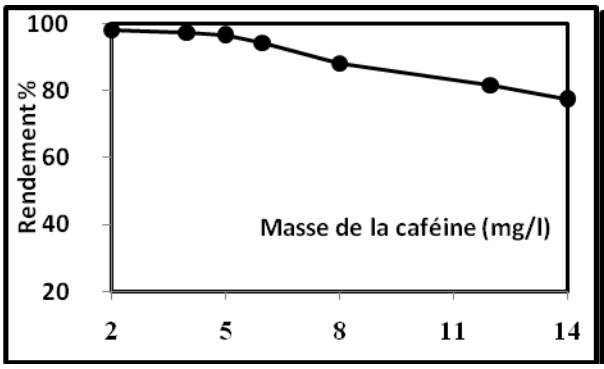
A travers ces résultats, nous pouvons observer que les rendements d'élimination des substances humiques subissent une variation significative lorsque les masses du charbon actif augmentent.

L'élimination des substances humiques en présences de la caféine sur charbon actif en poudre en eaux de forage testées augmente avec l'augmentation de la masse du charbon mis en jeu. Le rendement maximal est de 97,20% pour une masse de 1000 mg du charbon actif en poudre, puis les rendements subissent une stabilité et cela pour des masses d'adsorbants situés entre 1 à 4g. Cette amélioration des rendements peut être justifiée par l'augmentation des sites d'adsorption avec l'augmentation de la masse du charbon actif et par la présence de la caféine.

C. Effet de la variation de la masse de la caféine

Nous avons fixé la masse de la substance humique à 10 mg/l et le charbon actif introduit à 1 g, nous avons fait varier la concentration de la caféine dans la gamme de 2 à 14 mg/l. A l'équilibre, les pourcentages d'élimination obtenus apparaissent dans la figure 3.

Au vu des résultats qui nous avons présentés sur la figure 3, nous remarquons que le rendement optimal est obtenu avec 2 mg/l de caféine, au-delà de cette concentration et jusqu'à 14 mg/l de caféine, la capacité d'adsorption subisse une diminution progressive. Les travaux d'Ayele et al.,[5] ont indiqué que la diminution de la capacité d'adsorption des substances humiques en présence des doses croissantes en base azoté à savoir la caféine montre qu'il n'y a pas formation de complexe Substances humiques-caféine plus adsorbable et en particulier pour les valeurs qui dépassent les 2 mg/l de caféine**.** Donc, l'effet inhibiteur de la caféine pourrait résulter à la fois d'une compétition d'adsorption entre caféine et les substances humiques pour des sites identiques à la surface du charbon actif et de l'encombrement moléculaire résultant de la présence de la caféine (empêchement de la diffusion intra particulaire des molécules des substances humiques).



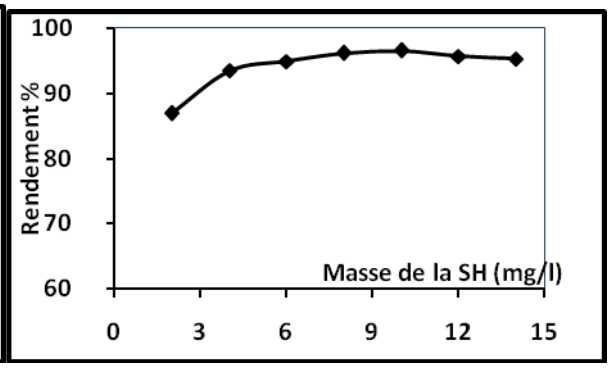


Fig3 Fig4

Fig3 : Effet de la variation de la masse de la caféine sur les rendements d'élimination de la substance humique. [SH] = 10 mg/L; [Caf] = 5 mg/L.

Fig4 : Effet de la variation de la masse de la substance humique sur les rendements d'élimination [SH] = 10 mg/L; [Caf] = 5 mg/L

D. Influence de la concentration initiale de la substance humique

Le but de cet essai est de tester les performances de 1000 mg des charbons actifs en poudre dans la rétention des substances humiques à différentes teneurs (2 à 14 mg/l), en présence d'une concentration fixe de la caféine (5 mg/l). A l'équilibre, les rendements d'élimination des substances humiques apparaissent sur la figure 4.

Il ressort de ces résultats que la SH en présence de la caféine est plus fortement adsorbée à des concentrations allant de 2 jusqu'à 14 mg/l, et l'on obtient un maximum de rétention de 96,51 % pour une teneur initiale de 10 mg/l . Après 10 mg/l de SH, on enregistre une légère diminution des rendements. Ceci peut être justifié par la diminution des sites d'adsorption qui résulte du phénomène de compétition pour la rétention sur le charbon actif entre la caféine et la SH.

IV. Conclusion

Nos résultats ont permis de montré que:

La cinétique d'adsorption présente une courbe qui est constituée par deux étapes, une étape rapide suivie par une deuxième lente qui ne se stabilise véritablement qu'après 20 minutes.

L'augmentation de la masse du charbon actif a enregistrée des bons rendements d'élimination des substances, puis ils subissent une stabilité et cela pour des masses d'adsorbants situés entre 1 à 4g. Au cours de la variation de la masse de la caféine le rendement optimal est obtenu avec 2 mg/l de caféine, au-delà de cette concentration et jusqu'à 14 mg/l de caféine, la capacité d'adsorption subisse une diminution. Un effet inhibiteur est apparu

V. References bibliographiques

[1] G.Adwards, A.Amirtharajah , Removing color caused by humic acids. J.Am. Water Works Assoc., 77, 3, 50-57. (1985).

[2] F.Bouchemal, Essais d'adsorption de la tyrosine sur charbon actif en grains et en poudre. Mémoire de Magister en Hydraulique urbaine et aménagement, Université de Biskra, Algérie. (2007).

[3] K.M. Kifuani, W.M.Mukana, V.Noki, E. Musibono, P.Nzuzi,P. Pungi, Et B.Kunyima, Adsorption de bleu de méthylène en solution aqueuse sur charbon actif obtenu a partir des sciures végétales , préparation et caractérisation du charbon actif, Rev .Sci.**20**, 1 /2, 215-224. (2004).

[4] P.Le Cloirec, Etude des interactions soluté–charbon actif. Modélisation de réactions biotiques et abiotiques, Thèse de docteur Es Sciences Physiques, ENSCR, Université de Rennes, France, (1985).

[5] J.Ayele, B.Fabre, M.Mazet, Obtention de substances humiques à partir de différentes sources. Extraction au tétrahydrofurane. Environ. Technol., 11, 555-564, (1990).