

TRAITEMENT DES EAUX CHARGES EN IONS Cr (III) et Cr (VI) PAR LA RESINE AMBERLITE IRN150

Nourhane Amani BOUNAB, Wafa HARIZI, Chahrazed BOUKHALFA*

LPTE Département de Chimie, Université Mentouri Constantine -Algérie

*chahrazed_boukhalfa@yahoo.com

RÉSUMÉ

Le chrome est utilisé dans un grand nombre d'applications industrielles telles que le traitement de surface, le tannage, le textile et le chromage.

L'objectif du présent travail est l'étude de l'élimination des ions chrome (III) et chrome (VI) par la résine Amberlite IRN 150 dans un mélange en fonction de différents paramètres.

Les résultats obtenus montrent que dans les eaux chargées en ions Cr(III) et Cr(VI), l'utilisation de la résine IRN150 est conditionnée par le pH du mélange. L'efficacité d'élimination des ions Cr(VI) est plus importante. La modélisation de la cinétique d'élimination des deux ions montre l'importance de la dose de la résine est de la concentration des ions.

Mots Clés: Chrome (III); Chrome (VI); Amberlite 150; Traitement des eaux; Echange d'ions

NOMENCLATURE

Symboles:

Q_e Quantité adsorbée à l'équilibre, mg. g⁻¹.

Q_t Quantité adsorbée à l'instant t, mg. g⁻¹.

k_1 Constante de vitesse, min⁻¹.

k_2 Constante de vitesse, mg. g⁻¹.min⁻¹.

1. INTRODUCTION

Le chrome est le 21^{ème} élément le plus abondant dans l'environnement; il présente $\approx 0,02\%$ de la croûte terrestre [1, 2]. Il ne se trouve pas à l'état libre dans la nature, il est plutôt combiné avec l'oxygène, le fer ou le plomb, formant des oxydes comme la chromite ($FeCr_2O_4$) et la crocité ($PbCrO_4$). Comme les autres métaux de transition, il existe de nombreux composés de chrome suivant le nombre d'oxydation. Seuls les états d'oxydation (III) et (VI) sont présents dans l'environnement [3]. On trouve le chrome dans tous les compartiments de l'environnement, dans l'eau, l'air et le sol mais aussi par extension dans les organismes vivants [4]. L'altération et l'érosion des roches ainsi que les précipitations sont une source considérable de libération du chrome et son acheminement vers les eaux de surface et les eaux souterraines [5]. Les quantités de chrome introduites dans l'environnement aquatiques sont liées pour l'essentiel à des émissions d'origine industrielle [6].

Le Cr(VI) est très soluble dans l'eau. Cette solubilité lui confère une grande mobilité dans les écosystèmes. Il peut être caractérisé par les équilibres suivants:



Le Cr(III) est la forme la plus stable, il forme en solution des sels stables avec la majorité des anions et des complexes avec la plupart des ligands donneurs d'électrons. La solubilité du Cr(III) dans l'eau dépend de la valeur du pH selon les équilibres suivants:



2. METHODE EXPERIMENTALE

Dans l'objectif d'étudier l'élimination des ions Cr(III) et Cr(VI) en mélange dans les eaux, nous avons utilisé la résine Amberlite IRN150 (*PROLABO*) qui possède un groupement acide et un groupement basique. Les essais d'élimination ont été réalisés en batch en fonction du pH, du temps de contact et de la concentration initiale des ions. Dans tous les essais, les suspensions formées ont été filtrées et les concentrations résiduelles des ions ont été déterminées dans les filtrats récupérés par spectrométrie UV-Visible. Le chrome(VI) est dosé directement et le chrome(III) est dosé après oxydation à chaud en milieu alcalin.

3. RESULTATS

Dans le mélange des deux ions, l'augmentation de la concentration des ions Cr(VI) implique une diminution de l'élimination des ions Cr(III). Cependant, une légère augmentation de l'élimination des ions Cr(VI) est observée quand la concentration des ions Cr(III) augmente (Figure 1).

L'évolution de l'élimination des ions Cr(III) en fonction du pH dans le mélange (Figure 2), montre une augmentation quand le pH augmente pour atteindre un maximum à $\text{pH} > 6,5$. Ce comportement est identique à celui enregistré dans plusieurs études qui concernent l'élimination des ions Cr(III) seuls par les résines échangeuses de cations [7-10].

L'augmentation de la concentration des ions Cr(VI) n'a aucun effet sur l'élimination des ions Cr(III) par la résine Amberlite150.

Le maximum d'élimination des ions Cr(VI) par la résine IRN150 en présence des ions Cr(III) (Figure 3) est obtenue à pH acide. L'augmentation du pH implique une diminution de l'élimination. Cette diminution est moins importante quand la concentration des ions Cr(III) augmente. Dans des études qui concernent l'élimination des ions chrome (VI) par différentes résines échangeuses d'anions; il a été montré que le maximum d'élimination des ions Cr(VI) est obtenu dans la gamme ($1 \leq \text{pH} \leq 5$) et que l'élimination diminue fortement avec l'augmentation du pH [11].

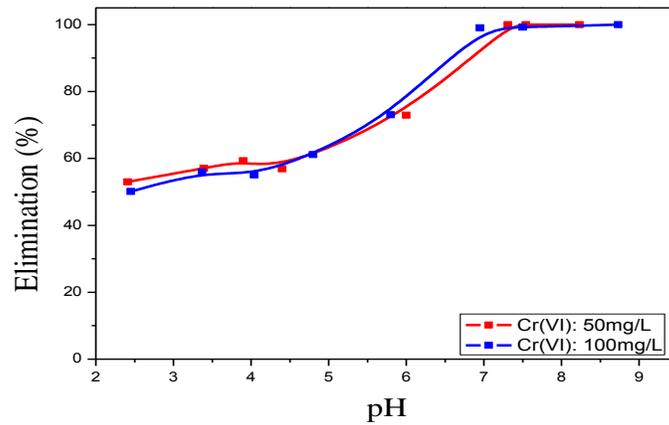


Figure 2: Effet du pH sur l'évolution de l'élimination des ions Cr(III) par la résine IRN150 dans le mélange (Cr(III) +Cr(VI)) ([Cr(III)]: 50 mg/L; dose de la résine: 1 g/L; t: 60 min)

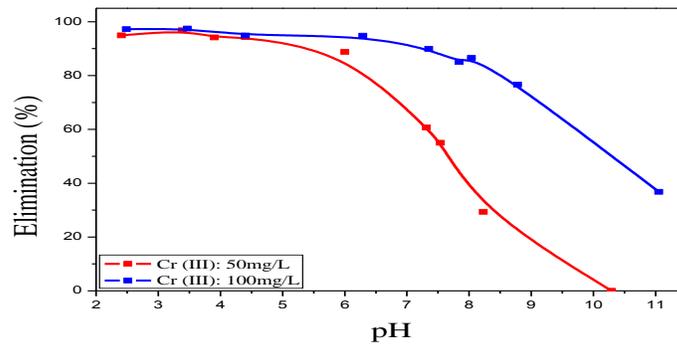


Figure 3: Effet du pH sur l'évolution de l'élimination des ions Cr(VI) par la résine IRN150 dans le mélange (Cr(III)+Cr(VI)) (Cr(III)+Cr(VI)) ([Cr(VI)]:50 mg/L; dose de la résine:1 g/L; t: 60 min)

L'évolution de la fixation de chaque ion en présence de l'autre en fonction du temps (Figure 4) est caractérisée par deux étapes; la première étape rapide ne dépasse pas 20minutes dans les deux cas. Des temps d'équilibre de 12 min et 30min ont été enregistrés pour l'élimination des ions Cr(III) et Cr(VI) respectivement par échange d'ions [7, 11]. A pH:5, l'élimination des ions Cr(VI) par la résine IRN150 est plus importante que celle des ions Cr(III).

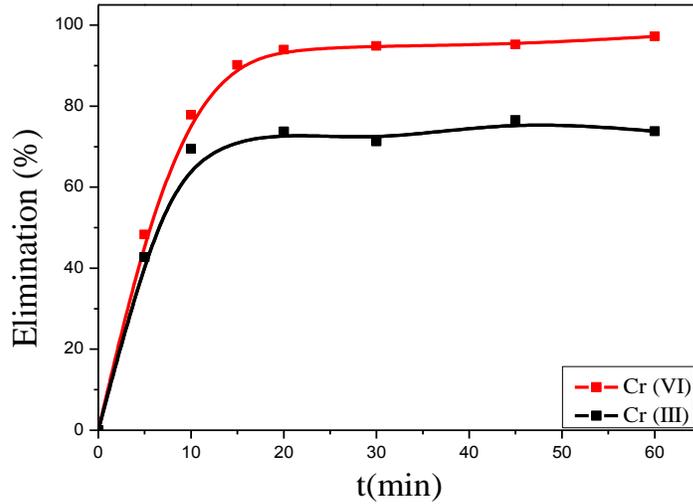


Figure 4: Effet du temps sur l'évolution de l'élimination des ions Cr(III) et Cr(VI) par la résine IRN150 dans le mélange (Cr(III)+Cr(VI)) ([Cr(VI)]: 25 mg/L; [Cr(III)]: 25 mg/L; dose de la résine: 1g/L; t: 60min; pH: 5)

Afin d'exprimer la cinétique d'élimination des deux ions, nous avons testé les équations des modèles du premier ordre et du deuxième ordre.

Dans le premier modèle, la cinétique est exprimée par l'équation:

$$\frac{dQ_t}{dt} = K_1(Q_e - Q_t)$$

L'intégration de cette équation donne l'équation linéaire:

$$\ln(Q_e - Q_t) = \ln(Q_e) - k_1 t$$

Selon le deuxième modèle, la cinétique est exprimée par l'équation:

$$\frac{dQ_t}{dt} = k_2(Q_e - Q_t)^2$$

L'intégration de cette équation donne l'équation linéaire:

$$\frac{t}{Q_t} = \frac{1}{K_2 Q_e^2} + \frac{t}{Q_e}$$

La modélisation de la cinétique d'élimination des deux ions par la résine IRN150 montre que seule le modèle du deuxième ordre peut décrire les données expérimentales (Figure 5). Les constantes de vitesse calculées par l'équation de ce modèle, montrent que l'élimination des ions Cr(VI) dans le mélange est plus rapide (Tableau 1).

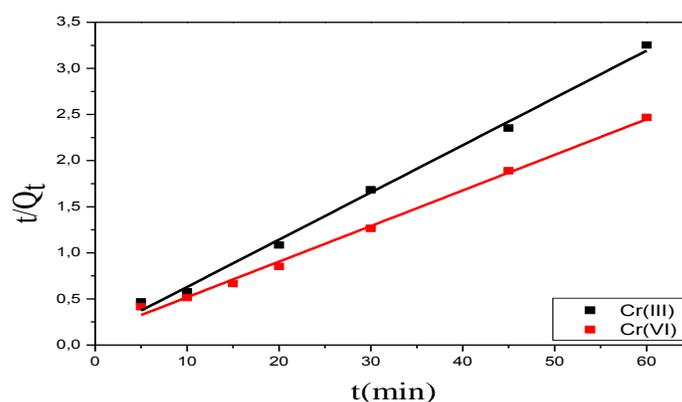


Figure 5: Cinétique du deuxième ordre de l'élimination des ions Cr(III) et Cr(VI) par la résine IRN150 dans le mélange (Cr(III)+Cr(VI))

Tableau 1: Paramètres cinétiques de l'élimination des ions Cr(III) et Cr(VI) par la résine IRN150 dans le mélange (Cr(III)+Cr(VI))- Modèle cinétique du deuxième ordre

Ions	R ²	K ₂	Q _e (mg/g)
Cr(III)	0,995	0,0225 (mg.g ⁻¹ .min ⁻¹)	19,51
Cr(VI)	0,995	0,0113 (mg.g ⁻¹ .min ⁻¹)	25,89

REFERENCES

- [1] M. Stoeppler (1992). Hazardous metals in the environment.
- [2] L. Ebdon, L. Pitts, R. Cornelis, H. Crews, O.F.X. Donard, P. Quevauviller (2001). Trace Element Speciation for Environment, Food and Health.
- [3] J. guertin, J.A. Jacobs, C.P. Avakian (2004). Chromium(VI) handbook. CRC Press.
- [4] Adel M. Zayed, Norman Terry (2000). Chromium in the environment: factors affecting biological remediation. Plant and Soil, 249:139–156.
- [5] John A. Izbicki, Michael T. Wright, Whitney A. Seymour, R. Blaine McCleskey, Miranda S. Fram, Kenneth Belitz, Bradley K. Esser, (2015). Cr(VI) occurrence and geochemistry in water from public-supply wells in California, Applied Geochemistry., 63: 203-217
- [6] I.Chaàbna et C. Boukhalfa (2015). Removal of Chromate from Aqueous Solutions by Adsorption onto Commercial Activated Carbon. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 953-959.
- [7] Sahu, S.K., Meshram, P., Pandey, B.D., Kumar, V., Mankhand, T.R (2009). Removal of chromium(III) by cation exchange resin, Indion 790 for tannery waste treatment. Hydrometallurgy, 99: 170–174.

- [8] Bajpai, S., Lakshman, K., Guru Krupa, N., Vidushi B (2013). Studies on removal of chromium (III) using SRIL NA resin. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 2: 649 – 653.
- [9] Rengaraj, S., Yeon, K.H., Kang, S.Y., Lee, J.U., Kim, K.W., Moon, S.H (2002). Studies on adsorptive removal of Co (II), Cr (III) and Ni(II) by IRN77 cation-exchange resin. *Journal of Hazardous Materials*, 92: 85-98.
- [10] Rengaraj, S., Joo, C.K., Kim, Y., Yi, J (2003). Kinetics of Removal of Chromium From Water and Electronic Process Wastewater by Ion Exchange Resins: 1200H, 1500H and IRN97H. *Journal of Hazardous Materials*, 102: 257-275.
- [11] Taihong Shi, Zhuochao Wang, Yang Liu, Shiguo Jia, Du changing (2009). Removal of hexavalent chromium from aqueous solutions by D301, D314 and D354 anion-exchange resins. *Journal of Hazardous Materials*, 161: 900-906.