

Elimination et recuperation du chrome (III) contenant dans les eaux industrielles par une technique innovante

BOUCHEMOT Bilal, Mustafa CHIKHI

Laboratoire de l'Ingénierie des Procédés de l'Environnement (LIPE). Faculté de Genie des Procédés, Université Constantine 3

Bouchemot_b@yahoo.fr

Abstract— Les techniques de séparation membranaire ont subi depuis des années un important développement essentiel parce qu'elles représentent de nombreux avantages énergétiques, économiques avec de sélectivités élevées. Dans ce domaine, la microfiltration a vu son champ d'application s'accroître, car elle est considérée comme un filtre moléculaire bien adapté à la séparation des grosses molécules. Mais elle reste inefficace dans la séparation des cations libres à cause de leurs faibles tailles. Pour cela la solution mise en considération pour dépasser cette difficulté était de mettre en œuvre une réaction de précipitation afin de pouvoir piéger les cations et les faire retenir par la membrane. L'étude expérimentale de la précipitation « par le NaOH, Ca(OH)₂, MgO, FeCl₃ et la combinaison de NaOH+Ca(OH)₂ » s'est basée sur la détermination des concentrations du Cr(III) non précipité, effectuée par la méthode d'absorption UV-

visible. Cette étude montre que l'élimination sera très significative pour le cation Cr(III) à un domaine de pH de 9.5 et 10.9, et l'agent «NaOH+Ca(OH)₂» nous a donné le meilleur rendement R par rapport aux autres agents précipitants. La microfiltration d'une solution renfermant le précipité du chrome III sur le pilote de la microfiltration, utilisant les conditions optimales de la réaction de précipitation des différents agents précipitants du chrome trivalent montre que :le flux de l'eau augmente avec la pression, conformément à la loi de Darcy, la variation du flux du perméat avec le temps pour une même pression transmembranaire diminue d'une manière assez rapide au cours des premières minutes et qu'il tend à se stabiliser vers une valeur limite.La combinaison de NaOH+Ca(OH)₂ nous a donné aussi le meilleur rendement (R= 99.54%), ce qui implique une importante élimination du Chrome III.

Key-Words- Précipitation chimique, Microfiltration, Membrane, Chrome (III), Agents de précipitation.

I. INTRODUCTION

Les solutions de chrome sont largement utilisées dans de nombreux procédés industriels tels que le chromage, la préservation du bois, la

teinture de textiles, la pigmentation, la production de produits chimiques contenant du chrome, les pâtes et papiers industriels et le tannage. Les eaux usées résultant de ces processus contiennent une grande quantité de chrome métallique nocif pour l'environnement et la santé humaine. Plusieurs méthodes ont été utilisées pour éliminer les ions métalliques toxiques des solutions aqueuses. Ceux-ci comprennent la précipitation chimique, l'échange d'ions, l'osmose inverse, l'extraction au

solvant et les processus membranaires. Parmi ceux-ci, la précipitation chimique et la microfiltration sont les deux procédés appliqués dans ce travail. De nombreux facteurs influent sur le processus de précipitation chimique, notamment le type d'agent de précipitation, le pH, la vitesse de précipitation, le volume de la boue, le temps du mélange. Le but de cette recherche était de comparer le pH, la vitesse de précipitation, le pourcentage d'élimination, le temps de mélange lors de l'utilisation des quatre agents de précipitation dans le processus de précipitation du chrome (III) afin d'optimiser quelques paramètres.

II. MATERIELS ET METHODES

L'étude de la précipitation, sous forme d'hydroxyde, du chrome III ($\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dans nos expériences consiste à la mise en contact, en batch de deux solutions aqueuses. Une de 500 ml de chrome III à $8 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ et l'autre contenant l'agent précipitant à 0.1 M à la température ambiante (19.5°C - 20°C).

Les quatre agents de précipitation utilisés dans cette partie sont : l'oxyde de magnésium (MgO), l'hydroxyde de sodium (NaOH), l'hydroxyde de calcium (CaOH_2), et la combinaison entre ces deux derniers agents ($\text{NaOH} + \text{CaOH}_2$).

L'appareil de Jar test a été utilisé pour déterminer l'effet de chaque paramètre.



FIG.1: APPAREIL DE JAR TEST

L'étude expérimentale de la microfiltration d'une solution contenant le chrome trivalent est présentée dans cette partie ; l'écoulement de la solution obtenue, après

précipitation, se fait tangentiellement à l'aide d'une pompe à travers un module cylindrique de microfiltration, on parle donc d'une microfiltration tangentielle.



FIG.2 : Le pilote de microfiltration

III. RESULTATS ET DISCUSSION

Dans notre travail la méthode d'analyse suivie est l'UV. Il est montré que le Chrome absorbe à une longueur d'onde de 540 nm. La figure suivante représente la courbe de calibration du CrIII.

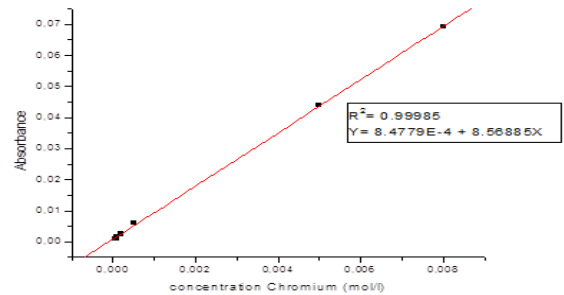


FIG.3 : courbe de calibration du CrIII.

A- La précipitation chimique :

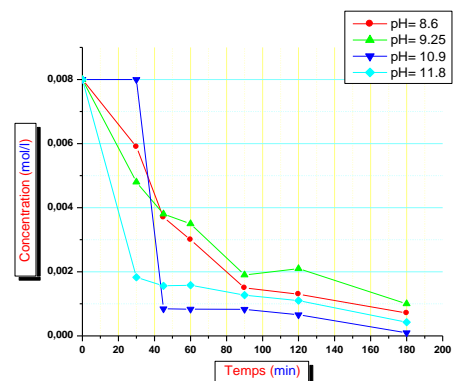
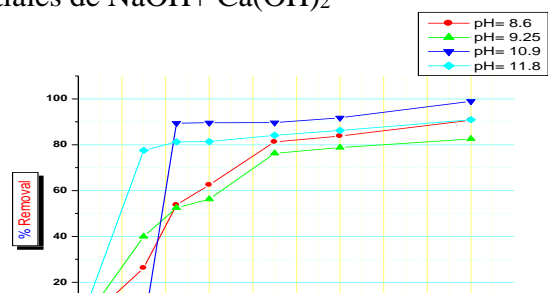


Fig.4: Suivi de la concentration du Cr III en fonction du temps pour différentes quantités initiales de $\text{NaOH} + \text{Ca}(\text{OH})_2$



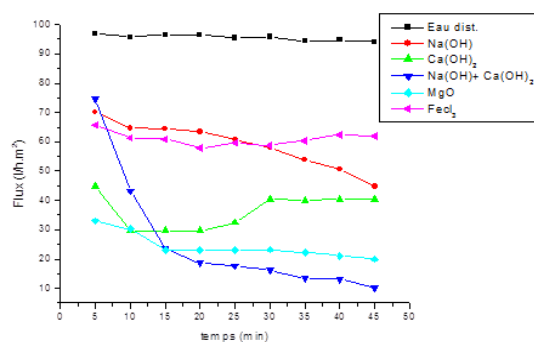


Fig.6: Variation du flux de perméat en fonction de temps pour PTM= 0.8 bar

FIG.5: Suivi du rendement de précipitation de Cr (III) en fonction du temps pour différentes quantités initiales de NaOH + Ca(OH)₂

Tableau.1: Résultats de l'utilisation des différents agents précipitant

agent Précipitant	pH optimum de la précipitation du Cr(III)	% Rendement de la précipitation du Cr (III)
NaOH	9.5	95.77
Ca(OH) ₂	11.25	94.64
NaOH + Ca(OH) ₂	10.9	97.75
MgO	8.6	93.87

D'après les résultats obtenus on peut constater que :

L'utilisation des quatre agents de précipitation conduite à une élimination très importante du Chrome trivalent (CrIII) et le rendement d'élimination est toujours supérieur à 90%.

La combinaison des deux agents : le « NaOH + Ca(OH)₂ » nous a donné le meilleur rendement d'élimination pour un pH=10.9, ce qu'est confirmé le résultats obtenus par les auteurs.

B- la microfiltration:

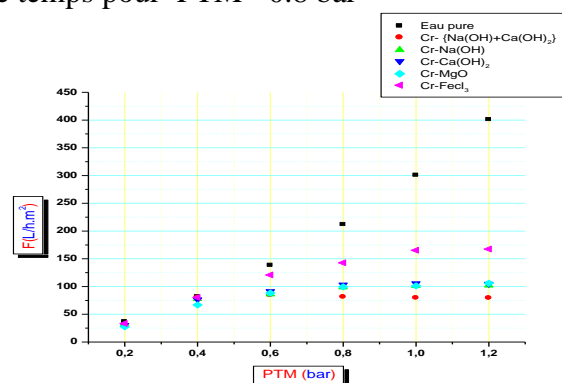


Fig.7 : Variation du flux du perméat en fonction de la PTM (t=5min, pH optimal, et %R optimal)

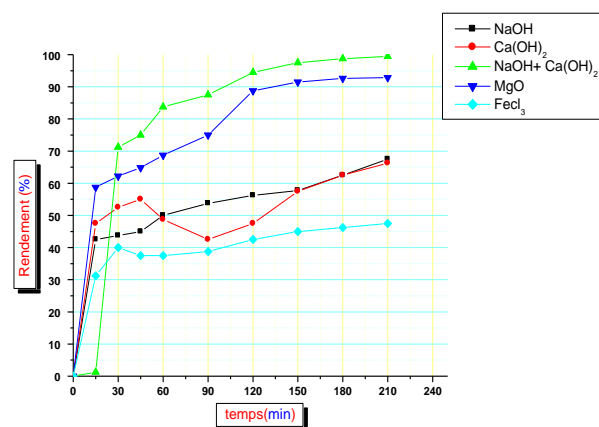


Fig.8: Suivi du Rendement de microfiltration du Cr III en fonction du temps (PTM = 0.8 bar)

Conclusion :

La précipitation chimique dépend du pH,

et de la quantité du précipitant ajoutée, et le pH optimum pour lequel on a un maximum d'élimination est situé dans le domaine 9.5-10.9, ce qui confirme les résultats obtenus par tous les articles de références.

La combinaison de NaOH + Ca(OH)₂ conduit à une élimination totale (R= 98.98%),(résultats aussi trouvés par les 3 articles).

La variation du flux du perméat avec le temps pour une même pression transmembranaire, diminue, d'une manière assez rapide au cours des premières minutes et qu'il tend à se stabiliser vers une valeur limite. Cette observation est caractéristique d'une polarisation de concentration et traduit l'accumulation du précipité au voisinage de la membrane, empêchant ainsi le passage de l'eau à travers la membrane de la microfiltration,

La membrane de la microfiltration retient le chrome trivalent quelque soit l'agent précipitant utilisé. La combinaison (Ca(OH)₂+NaOH) nous a donné le meilleur rendement (R= 99.58%), et avec un pH régulier de 7.2, ce qui implique une importante élimination du Chrome III.

Les résultats obtenus montrent aussi bien que les quantités des flux de perméat augmentent avec la PTM, et cela pour l'eau pure et le complexe Cr-Agent précipitant).Par conséquent, les flux sont de plus en plus importants lorsqu'il s'agit de l'eau pure comparativement à ceux du précipité Cr-Agent précipitant surtout pour les PTM élevées (0.8 – 1.2 bar). La variation du flux dans le cas de la solution complexe suit à son tour une variation presque linéaire et elle tend vers une valeur limite constante (elle est très précise dans le cas d'utilisation de Na(OH) + Ca(OH)₂.

L'utilisation du procédé « Microfiltration-

Precipitation » nous permet de minimiser l'utilisation quantitative de l'agent précipitant, les résultats obtenus montrent bien que la quantité des agents précipitants utilisés dans le procédé de « Microfiltration-Precipitation » et presque la moitié lorsque l'utilisation de la Précipitation chimique seul, ce qui fait l'objet de notre étude.

REFERENCES

- [1] Abass Esmaeili, Alireza Mesdaghi nia and Vazirinejad. (2002). Chromium (III) removal and recovery from tannery wastewater by precipitation process, American J. of Applied Sciences 2(10), 1471-1473.
- [2] Prakach Nanjan Bellie, Raja Thiruvankadam, Kanakasabai Panchanathan, Vimala Sockan., , (2014). Health effects of Chromium, its reduction and removal., IJCPA 2(1), 48-53
- [3] Dr.C.R.Ramakrishnaiah, Prathima.B, , (2012). Hexavalent chromium removal from industrial wastewater by chemical precipitation method, IJERA, 599-603.
- [4] SowmyaT.P, Prof.G.K.Mahadevraju, A.Ramesh, V.Sreenivas., , (2013). Optimization of hexavalent and trivalent Chromium present in waste water by chemical treatment, IJERA, 817-820.