Étude de la Réactivité du Chlore Vis-à-Vis des Substances Humiques en Eaux de Surface – Cas des Eaux de Oued M'chounech, Wilaya de Biskra-

MASMOUDI .Toufik[1] ; YAHIAOUI Khemissi[2] : GUEGAZI Saadia[3]& ACHOUR Samia[4]

[1, 2 ,3,4]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, BP. 145. R.P.7000 Biskra Algérie

aqua_etuhp@yahoo.fr ;yahiaoui.khemissi@yahoo.fr ;sguergazi@rocketmail.com ;samia.achour@larhyss.net

RESUME: **L'objectif de notre travail est de donner une contribution à la connaissance de la réactivité du chlore vis-à-vis d'une eau de surface (eau d'oued M'chounech) dans des conditions expérimentales bien contrôlées (taux de chloration fixe et variable ainsi que le temps de contact). Les résultats qui nous avons obtenus ont montré que cette eau présente un potentiel de consommation en chlore assez important. Cette consommation est corrélable à la qualité des eaux et plus particulièrement à la teneur et la nature de la matière organique telle que les substances humiques (SH), à quelques éléments minéraux ayant une réactivité importante vis-à-vis du chlore (Azote ammoniacal, Fer, Manganèse…). De même, l'évolution du chlore résiduel total en fonction du chlore introduit a enregistré une courbe connue en traitement des eaux sous la dénomination de courbe de break-point. Cette courbe se déplace vers les forts taux de chlore supérieurs au break-point théorique, qui est de 7,6. L'effet de la variation du temps de contact sur les consommations en chlore par les substances humiques (SH) contenus dans cette eau d'oued est subdivisé en deux étapes. Une étape de consommation rapide au cours des premières trente minutes, suivie d'une deuxième étape plus lente qui peut se prolonger jusqu'à plusieurs heures.**

Mots clés : *Eau de surface, Substances humiques, Chloration, Break-point, Cinétique.*

I. INTRODUCTION

Les eaux naturelles et en particulier les eaux superficielles contiennent à des concentrations variées des composés organiques de structures chimiques diverses. La catégorie la plus importante correspond aux substances humiques (SH) dont les teneurs peuvent atteindre jusqu'à 90% du carbone organique total (C.O.T) d'une eau naturelle.

En Algérie, le matériel humique représente souvent une part non négligeable de la charge organique totale des eaux de surface, notamment dans le cas des eaux de barrage, soit 60 à 90% du C.O.T de ces eaux [1]–[2]. Ces substances exigent d'être éliminées car elles sont susceptibles de provoquer aussi bien des problèmes organoleptiques (couleur, goût,…) que des problèmes de santé publique par formation des produits à toxicités chroniques [1].

Cependant, la chloration des eaux est la technique de désinfection la plus employée dans le monde afin de lutter contre les maladies d'origine hydrique causées par des micro-organismes pathogènes. Par ailleurs, les réactions entre le chlore et les matières organiques naturelles (MON) en particulier de type humiques présentes dans les eaux de surface conduisent à la formation des composés organohalogénés en particuliers les trihalométhanes.

Cependant, lors de la mise en évidence de trihalométhanes (THM) dans les eaux potables de plusieurs villes américaines [3], la chloration connut une ombre. Des travaux [4]–[5] ont ensuite montré que les sous – produits de la chloration pouvaient présenter une activité mutagène et/ou cancérigène.

Dans ce contexte, notre objectif est d'enregistré l'influence de quelques paramètres réactionnels sur l'oxydation des eaux brutes d'oued M'chounech par le chlore. Nous étudierons plus particulièrement l'incidence du taux de chloration et du temps de contact sur la réactivité de cette eau.

II. PROCEDURE EXPERIMENTALE

II.1 Echantillonnage et méthodes d'analyses physico-chimiques de l'eau brute testée

Les essais ont été effectués sur des prélèvements d'eaux brutes à partir d'oued M'chounech situé dans la région Est de Biskra. Les caractéristiques physico-chimiques de cette eau sont présentées dans le tableau 1. Les méthodes analytiques utilisées sont décrites par Rodier et ALPHA [6]–[7], ou dans les catalogues de l'appareillage utilisé. Elles sont aussi bien volumétriques, colorimétriques, spectrophotométries que potentiométriques.

La matière organique est évaluée selon le cas par l'oxydabilité au permanganate de potassium à chaud, en milieu acide et par l'évolution de la concentration en substances humiques. Le dosage des substances humiques a été effectué par la méthode des ajouts dosés à une longueur d'onde de 254 nm.

II.2. Description des essais de chloration

La chloration de l'eau de surface testée est effectuée par le chlore sous forme d'eau de javel à un degré chlorométrique égal à 45. Elle a pour but de donner une contribution à la connaissance de la réactivité du chlore vis-à-vis de notre eau de barrage, par la détermination du potentiel de consommation en chlore ($P.C.Cl_2$) et du chlore résiduel.

Le chlore consommé est déterminé par la différence de chlore introduit et le chlore résiduel mesuré par odométrie.

Tableau 1 : Principales caractéristiques physico-chimiques des eaux de oued M'chounech.

Paramètres	**Eau de Oued M'chounech**
Température (°C)	19,10
pH	8,07
Conductivité (µs/cm)	944
TH (°F)	48,20
TA (°F)	0,0
TAC (°F)	4,30
Ca^{+2} (mg/l)	192,80
Fe^{+2} (mg/l)	2,20
NO_3^{-2} (mg/l)	4,40
SO_4^{-2}(mg/l)	455
Cl^- (mg/l)	65,51
Mn^{+2} (mg/l)	1,00
Mg^{2+} (mg/l)	115,68
SH(mg/l)	1,66
Oxydabilité au $KMnO_4$ (mg O_2/l)	10,0

III. RESULTATS ET DISCUSSION

III.1 Potentiel de consommation en chlore des eaux de surface de oued M'chounech

Le potentiel de consommation en chlore ($P.C.Cl_2$) est la capacité maximale de la réactivité des eaux vis-à-vis du chlore. Les potentiels de consommation en chlore de l'eau testée est déterminé pour une dose de chlore introduite de 40 mg/l et un temps de contact de 24 heures dans le but de satisfaire au maximum la demande en chlore et pour que la réaction soit achevée. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Potentiel de consommation en chlore des eaux de oued M'chounech. Temps=24heures; Chlore introduit = 40 mg /l.

P.C.C (mgCl_2/l)	**pH de l'eau de M'chounech**
8,41	**8,07**

Au vu des résultats (tableau 2), nous pouvons constater qu'après 24 heures du temps de contact, la demande en chlore est considérable. Elle représente une consommation de l'ordre de 5,07 mg Cl_2/mg SH, soit 21,025% du chlore introduit a été consommé. Cette réactivité semble facilement corrélable aux caractéristiques physico-chimiques de l'eau de oued M'chounech et surtout aux teneurs et à la nature des constituants organiques tels que les substances humiques et d'autres composés minéraux ayant une réactivité prépondérante vis-à-vis du chlore à savoir le fer les nitrates et le manganèse.

III.2 Effet du temps de contact sur l'évolution de la consommation en chlore

La cinétique de consommation en chlore pour l'eau testée a été réalisée pour une dose de chlore introduite égale à 40 mg/l, et un temps de contact variant de 2minutes à 6 heures. La fig1, présente l'évolution du chlore consommé en fonction du temps de contact. Rappelons que le chlore consommé est déduit par la différence entre le chlore introduit (mg/l) et le chlore résiduel (mg/l).

A travers ces résultats (Fig. 1), il y'a lieu de constater que la consommation en chlore est quasi-instantanée, puisqu'un pourcentage non négligeable de chlore est consommé après seulement 2 minutes. Par ailleurs, nous pouvons noter deux phases de consommation distinctes :

Une première phase de consommation rapide pendant les 30 premières minutes de la réaction et où la majorité du chlore est consommée. Il y'a environ 75 % du chlore a été consommé dans cette phase. Cette étape rapide correspond dans tous les cas à la réaction du chlore sur l'azote ammoniacal, manganèses, fer et en particulier la matière organique de type humique présente dans l'eau testée.

Ensuite une deuxième phase de consommation de chlore beaucoup plus lente qui se prolonge à plusieurs heures de réaction et au cours de laquelle la vitesse de consommation en chlore devient faible. Cette étape lente pourrait être liée à des réactions compétitives ou successives de formation de divers produits chlorées ou non chlorés.

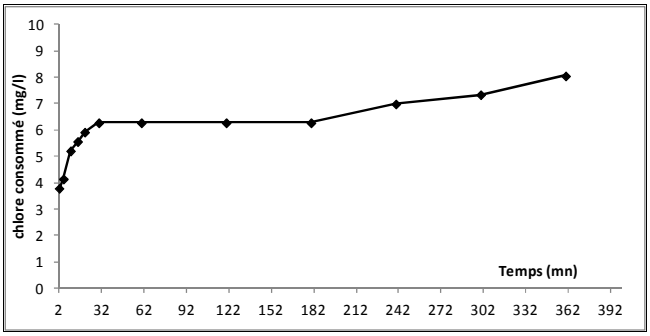

Fig 1: Influence du temps de contact sur la chloration des eaux de surface de oued M'chounech

III.3. Influence de la variation du taux de chlore sur la chloration de l'eau de oued M'chounech testée

La chloration de cette eau a été effectuée par ajout à un même volume d'eau à examiner des doses croissantes de chlore allant de 0 à 79.52 mg/l, une agitation des échantillons est assurée. Après un temps de contact de 1 heure, nous avons procédé au dosage du chlore résiduel par la méthode iodométrique. L'évolution du chlore résiduel en fonction du chlore introduit a abouti aux résultats représentés sur la Fig. 2.

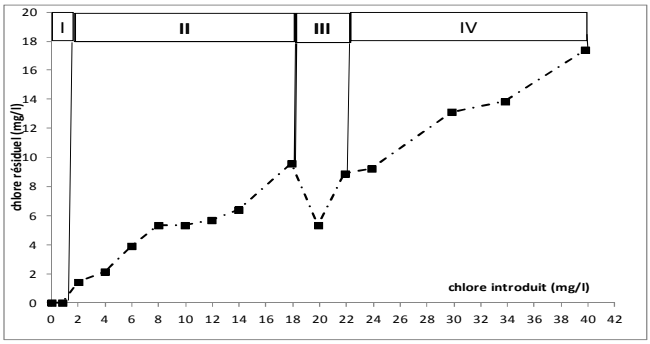

Fig 2 : Effet de la variation du taux de chlore en eaux de surface de oued M'chounech (Break Point)

Cette courbe est connue en traitement des eaux sous la dénomination de courbe de break point. Nous remarquons que, sur cette courbe, le chlore résiduel passe par un maximum puis décroît, passe par un minimum et croit ensuite régulièrement.

Pour l'eau testée, la courbe de break point présente quatre zones caractéristiques d'une réactivité importante vis-à-vis du chlore :

- Zone I : Dans cette zone et pour les doses les plus faibles tout le chlore introduit a été consommé. Ce qui indique la présence des éléments organiques et/ou minéraux très réactives vis-à-vis du chlore.
- Zone II : Il y a augmentation du chlore résiduel, tout le chlore introduit se combine à l'ammoniac et à certaines matières organiques, la plus grande partie du chlore résiduel que l'on trouve est sous forme de chloramines (notamment les monochloramines).
- Zone III : Les doses de chlore introduites assurent la destruction des chloramines.
- Zone IV : cette zone apparait après le point critique « Break point », elle indique l'apparition de chlore libre. ce qui signifie que la demande en chlore est satisfaite.
-

Il est important de noter que, le déplacement du break point vers les forts taux massiques de chlore est supérieur au break-point théorique, qui est de 7,6 [8]. Ceci peut être lié à la formation de chloramines très stables, leur destruction nécessite une dose de chlore assez importante.

Notre résultat pourra être justifié par divers travaux [9]-[10] qui ont été réalisés sur la chloration des eaux de surface algériennes et sur des solutions synthétiques. Ces travaux ont montré que, la détermination de ce point (Break-point) pourra dépendre non seulement de la teneur en azote ammoniacal, mais aussi à une matrice assez complexe de composés organiques et minéraux d'une eau entrant en réaction compétitive avec le chlore. Ce qui induit par la suite au déplacement de ce point vers les forts taux de chlore.

IV. CONCLUSION

Au cours de cette étude, nous nous sommes intéressé à donner une contribution à la connaissance de la réactivité du chlore vis-à-vis des eaux de surface d'oued M'chounech.

Les résultats obtenus ont montré que, le potentiel de consommation en chlore est considérable. Cette consommation est corrélable aux caractéristiques physico-chimiques de l'eau de M'chounech notamment aux teneurs et à la nature des constituants organiques et minéraux spécifiques.

La consommation du chlore en fonction du temps de contact présente deux étapes, une étape rapide où la quasi-totalité du chlore est consommé, suivie par une étape plus lente qui pourra durer plusieurs heures.

En ce qui concerne l'évolution du chlore résiduel en fonction du chlore introduit, les résultats ont donné une courbe connue dans le domaine du traitement des eaux sous la dénomination de la courbe de break-point. Dans notre cas le break- point présente un déplacement vers les forts taux de chlore supérieur au break-point théorique.

REFERENCES

[1] Achour S., Moussaoui K., (1993). La chloration des eaux de surface algériennes et son incidence sur la formation de composés organohalogénés, Environ. Technol., 14, 885-890.

[2] Achour S., (2001). Incidence des procédés de chloration, de floculation et d'adsorption sur l'évolution de composés organiques et minéraux des eaux naturelles, Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Tizi-Ouzou.

[3] Bellar T.A., Lichtenberg J.J. (1974). Determining volatile organics at microgram – per – litre levels by gas chromatography, J. Am. Water. Works.Assoc., 66, 739 – 744.

[4] Meier J.R., (1988). Genotoxic activity of organic chemicals in drinking water, Mutat. Res., 196, 211 – 245.

[5] Morris R.D., Audet A.M., Italo F.A., Mostelle F., (1992). Chlorination by-products and cancer: a meta-analysis: Am. J. Public Health, 82(7), 955 – 963.

[6] Rodier J., (2009). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9éme edn (Paris : Dunod).

[7] ALPHA., (1992), Standard methods for the examinations of water and wastewater, 18è Ed., Washington D.C., American Public Health Association

[8] Doré M., (1989). Chimie des oxydants et traitement des eaux, Ed. Lavoisier. Paris

[9] Achour S., Guergazi S., (2002). Incidence de la minéralisation des eaux algériennes sur la réactivité de composés organiques vis-à-vis du chlore, Rev. Sci. Eau, 15, (3), 649-668.

[10] Guergazi S., (2006). Influence de la minéralisation sur l'action d'oxydants vis-à-vis de la matière organique des eaux naturelles, Thèse de Doctorat en Sciences Hydraulique, Université de Biskra, Algérie.