

Effet de la minéralisation des eaux algériennes sur la chloration de bases organiques azotées

Bacha.M⁽¹⁾, Achour.S⁽²⁾

⁽¹⁾ Chercheur à l'ARHYSS, Université de Biskra, Algérie

⁽²⁾ Professeur, Université de Biskra, Algérie

E-Mails: bachmalik@gmail.com, samia.achour@larhyss.net

Abstract— The presence of nitrogenous organic compounds in wastewater and surface waters is of environmental concern because many of them exert significant chlorine demand, while some produce complex stable mutagenic products upon chlorination or are precursors to haloform formation. The objective of this study is to observe the interaction of chlorine and nucleic bases uracil and guanine. Chlorination was applied to Algerian ground waters initially free of organic mater and residual chlorine. The results obtained show that the compounds tested remain very reactive towards chlorine whatever the mineralisation of the dilution media. However, the composition of the inorganic matrix, pH values and contact time seem to have effect on the chlorine consumption and formation of chlorination by-products.

Key-Words— Chlorination, nitrogenous compounds, mineralisation waters, disinfection by-products.

I. INTRODUCTION

ACE JOUR, la chloration de l'eau potable est le procédé de désinfection le plus utilisé dans le monde pour prévenir et limiter le risque infectieux véhiculé par l'eau du robinet.

En Algérie, la chloration constitue même l'unique procédé d'oxydation et de désinfection sous forme d'hypochlorite de sodium (eau de javel) ou plus rarement de chlore gazeux [1].

Parallèlement à son action biocide, le chlore peut réagir avec la matière organique de l'eau et former des sous-produits de chloration (SPC) potentiellement toxiques [2]. La présence de ces composés dans les réseaux d'eau potable pose un problème de santé publique qui concerne la plupart des usines de traitement d'eau superficielle.

Dans ce cadre, le but de notre étude est d'examiner l'action du chlore sous forme d'hypochlorite de sodium sur deux bases organiques azotées, l'uracile (C₄H₄N₂O₂) et la guanine (C₅H₅N₅O). On rencontre ces substances dans les eaux naturelles soit sous forme libre, résultant de la dégradation des tissus vivants, soit dans les nucléides ou les acides nucléiques (ADN et ARN).

L'incidence de la minéralisation totale des eaux de dilution ainsi que l'effet de certains paramètres réactionnels tels que le pH et le temps de contact sont également examinés.

II. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

A. Préparation des solutions synthétiques de composés organiques

- Les milieux de dilution utilisés pour la préparation des solutions synthétiques des composés organiques modèles, à une concentration molaire de 10⁻⁵ mol/l, sont l'eau distillée et des eaux minéralisées de la ville de Biskra (Drauh, El-Alia) dont les caractéristiques physico-chimiques sont présentées dans le tableau I. Une solution mère de 10⁻² mol/l est préparée pour chaque composé.
- Les solutions de chlore utilisées sont obtenues par dilution d'hypochlorite de sodium (eau de javel 13° chlorométriques) dans l'eau distillée. Leur titre chlorométrique est vérifié avant chaque essai par la méthode iodométrique à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium (0.1N).

Tableau I. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de dilution

Paramètre \ Eau	Eau de Drauh	Eau d'El - Alia
Conductivité (µs/cm)	1140	3700
pH	7.67	7.73
TH (°F)	76	124
TAC (°F)	12.5	15
Cl ⁻ (mg/l)	124	128 0
SO ₄ ⁻² (mg/l)	520	830
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0.07	0.02

B. Méthodes de dosage

- Le chlore résiduel est déterminé par iodométrie [3].

- Les caractéristiques physico-chimiques des eaux étudiées sont déterminées par les méthodes d'analyse standard [3] ou par les méthodes décrites par les catalogues de l'appareillage utilisé.

C. Mise en œuvre de la chloration

La chloration des composés organiques est réalisée à température ambiante (23°C) par ajout de microvolumes d'eau de javel diluée au 1 /10 dans des fioles de 250 ml contenant 100ml d'échantillon. Le taux de chloration est exprimé en rapport molaire (r =20) et le temps de contact peut aller jusqu'à 24 heures. Les consommations en chlore sont déduites de la mesure du chlore résiduel.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

A. Potentiels de consommation en chlore en milieux de minéralisation variable

Les résultats donnés dans le tableau II montrent que les potentiels de consommation en chlore (P.C.C) sont importants pour les deux bases organiques testées quelle que soit la minéralisation totale du milieu de dilution. Cette réactivité peut s'expliquer par la structure aromatique stable des hétérocycles amines étudiés, ce qui leur donne une grande aptitude aux réactions de substitution et facilite leur attaque électrophile par la molécule de chlore [4]. Selon la bibliographie [5], les sous-produits de chloration les plus identifiés sont des composés de substitution.

Les fortes demandes en chlore observées en eaux minéralisées peuvent également être interprétées par la présence d'éléments minéraux réducteurs dans ces milieux de dilution [6].

Tableau II. Demandes en chlore de bases azotées dans différents milieux de dilution

Eau de dilution	Conductivité (µs/cm)	pH	P.C.C (mol Cl ₂ /mol composé)	
			Guanine	Uracile
Distillée	5	7	15	13.5
Drauh	1140	7.67	16.5	17
El-Alia	3700	7.73	16.75	17.5

B. Effet du pH sur la consommation en chlore de bases organiques

Les résultats des essais de chloration réalisée pour trois pH différents (pH= 4, 7 et 9) sont résumés dans le tableau III. Ils montrent que les potentiels de consommation en chlore sont plus importants que ceux obtenus en eau distillée quelque soit le composé organique considéré ainsi que le pH et la minéralisation de son milieu de dilution. D'une façon générale la chloration est moins favorable à pH4 à cause d'une perte du pouvoir nucléophile des composés aromatiques en milieu acide [7].

Tableau III. Effet du pH sur les consommations en chlore des bases azotées

P.C.C (mol Cl ₂ /mol composé)			
Guanine			
Eau	pH=4	pH=7	pH=9
Distillée	13.5	15	15.25
Drauh	16	16.5	16.25
EL-Alia	15	17.5	16.25
Uracile			
Eau	pH=4	pH=7	pH=9
Distillée	12.75	13.5	14
Drauh	15	17	16.25
EL-Alia	16	16.75	16.5

C. Effet du temps de contact sur la consommation en chlore de bases organiques

Nous présentons sur la figure1 les résultats des essais de chloration des bases azotées réalisés pour un pH=7 et un temps de contact de 4 heures.

Le suivi de la consommation en chlore des composés organiques étudiés en fonction du temps montre que, dans tous les milieux de dilution, les cinétiques se présentent en deux étapes distinctes. La première étape est rapide et se prolonge jusqu'à quelques heures. La seconde étape est plus lente et la consommation en chlore augmente progressivement jusqu'au temps de 24 heures. L'effet de la composition minérale de l'eau de dilution s'exerce essentiellement durant la phase rapide de la réaction chlore /matière organique [6].

Les courbes de la figure I indiquent également que les potentiels de consommation en chlore dans le cas de l'eau d'El-Alia sont moins élevés que ceux mesurés dans le cas de l'eau de Drauh pour les deux bases organiques azotées

étudiées. Ceci est dû à l'effet inhibiteur des chlorures et des sulfates sur la réaction de chloration [6].

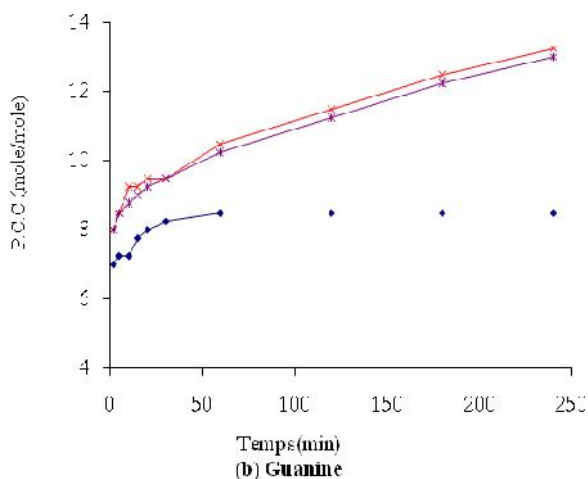
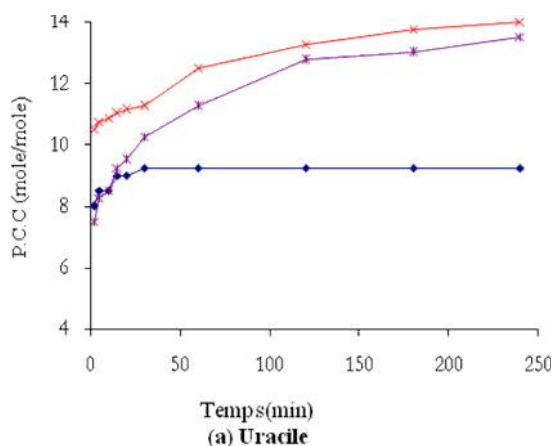


Fig. 1: Effet du temps de contact sur la chloration de bases organiques en eaux minéralisées à pH=7.

() E. distillée, (x)E. Drauh, (*) E. d'El-Alia

IV. CONCLUSION

L'objectif de ce travail a été d'étudier la réactivité du chlore sur des bases organiques azotées présentes dans les eaux naturelles. La chloration des deux bases organiques azotées étudiées (uracile et guanine) s'accompagnent d'une forte

consommation en chlore quelle que soit la minéralisation totale du milieu de dilution. Parallèlement, il a été observé que la réactivité des composés testés dépend de la composition minérale de l'eau de dilution et de son pH ainsi que du temps de contact.

Les différences de réactivité relevées peuvent être attribuées d'une part à la nature du composé organique testé et d'autre part aux teneurs relatives en éléments promoteurs ou inhibiteurs de la réaction de chloration. Le comportement du chlore dans les milieux minéralisés risque donc de ne pas être le même qu'en eaux douces, ce qui peut entraîner la formation de sous-produits organohalogénés différents tant sur le plan quantitatif que qualitatif.

Afin d'améliorer la chloration des eaux, les travaux futurs devront étudier la réactivité du chlore sur une gamme plus étendue et plus variée de minéralisation des eaux et identifier les sous-produits de chloration formés.

REFERENCES

- [1] 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 en Sciences Hydrauliques, Université de Tizi-Ouzou.
- [2] Le Curieux, F., Marzin, D., Brice, A., ERB, F. (1996). Utilisation de trois tests de génotoxicité pour l'étude de l'activité génotoxique de composés organohalogénés, d'acides fulviques chlorés et d'échantillons d'eaux en cours de traitement de potabilisation, Rev. Sci. Eau, 9, 1, 75-95.
- [3] Rodier, J. (1996). L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème édition, Ed. DUNOD., Paris.
- [4] Doré, M. (1989). Chimie des oxydants et traitement des eaux, Ed Lavoisier, Paris.
- [5] Gould, J.P., Hay, T.R. (1982). The nature of the reactions between chlorine and purine and pyrimidine bases: Products and kinetics, Wat. Sci. Tech., 14, 629-640.
- [6] Bacha, M. (2006). Chloration de bases puriques et pyrimidiques en présence de sels minéraux, Mémoire de Magister en Hydraulique, Université de Biskra, Algérie.
- [7] Arnaud, P. (1983). Cours de chimie organique, 13ème édition, Bordas, Paris.