



EFFET DE LA DESINFECTION PAR LE CHLORE SUR LA POLLUTION DES EAUX DE SURFACE DE LA REGION DE BISKRA

GUERGAZI S., ACHOUR S.

Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface-LARHYSS
Faculté des Sciences et de la Technologie
Université de Biskra, BP 145 RP, 07000, Biskra, Algérie
hydraulique_larhyss@yahoo.fr
samia.achour@larhyss.net

RESUME

Le présent travail a pour objectif d'apporter une contribution à la connaissance de l'impact de la pollution organique ainsi que minérale de deux types d'eaux de barrage de la région de Biskra (Foum El Gherza et Fontaine des Gazelles) sur la réactivité chimique du chlore. Il s'agit aussi de tester le performance de l'oxydant chlore en tant que désinfectant sur l'inactivation des micro-organismes.

Selon nos résultats comparés aux normes de l'OMS, les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques semblent indiquer une pollution organique et microbiologique de plus en plus importante du fait de l'insuffisance de protection de ces eaux.

L'effet de la chloration sur la qualité des eaux testées montrent d'une part que les demandes en chlore sont considérables et représentent plus de 90 % du chlore introduit. D'autre part, le chlore est capable de désinfecter ces eaux et les rendre potables (bonne qualité bactériologique) et de fournir un résiduel de désinfectant dans l'eau pour prémunir contre les contaminations occasionnelles.

Mots clés : Qualité physico-chimique et bactériologique, demande en chlore, désinfection.

ABSTRACT

This work aims to contribute to the knowledge of the impact of organic and inorganic pollution of water from two dams in the region of Biskra (Foum El

Larhyss/Journal n° 09, Décembre 2011

Gherza and Fontaine des Gazelles) on the chemical reactivity of chlorine. It is also to test the performance of the oxidant chlorine as a disinfectant on the inactivation of micro-organisms.

According to our results compared with WHO standards, the physico-chemical and bacteriological characteristics suggest that organic and bacteriological pollution is increasingly important because of the lack of protection of these waters.

The effect of chlorination on the water quality tested show both that chlorine applications are substantial and represent over 90% of chlorine introduced. On the other hand, the chlorine can disinfect the water, make good bacteriological quality and provide a disinfectant in the water to guard against the occasional contamination.

Keywords: physicochemical and bacteriological quality, chlorine demand, disinfection.

INTRODUCTION

Les eaux de surface contiennent à des concentrations très différentes des substances de nature physico-chimique et de nature biologique diverses. Certains de ces éléments peuvent non seulement dégrader la qualité organoleptique de ces eaux mais aussi créer des problèmes de santé publique. Afin de produire une eau potable à partir d'une eau de surface, différentes étapes de traitement peuvent être nécessaires ayant pour but de clarifier l'eau et la rendre bactériologiquement pure. Dans les stations de production d'eau potable, l'oxydation chimique peut apporter une contribution importante à des opérations de base telles que la désinfection mais aussi la dégradation de polluants minéraux ou organiques. Les principaux réactifs oxydants sont le chlore, le dioxyde de chlore, l'ozone, le permanganate de potassium et l'eau oxygénée (Doré, 1989). Mais en raison de sa rémanence et pour des questions économiques et technologiques, le chlore reste encore préférentiellement utilisé à travers le monde. La chloration permet de détruire les bactéries et les virus présents dans l'eau potable et d'éviter la transmission de maladies par l'eau dont les plus communes sont les gastro-entérites (Rejsek, 2002). En contre partie, le chlore présente l'inconvénient de réagir avec la matière organique des eaux en induisant ainsi une forte consommation de chlore et la formation des composés organohalogénés à toxicité chronique (Rook, 1974). L'effet cumulatif peut également apparaître sous l'aspect d'effets mutagènes voire cancérigènes du fait de la présence dans les eaux de consommation des composés organohalogénés volatils (THM) et non volatils (Rook, 1974 ; Santé Canada, 2003).

Dans ce contexte, l'objectif de notre travail est de :

- Déterminer les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de deux eaux de barrages de la région de Biskra. Il s'agit de l'eau de barrage de Foug El Gherza et de Fontaine des Gazelles.
- Apporter une contribution à la connaissance de la réactivité du chlore vis-à-vis de la matrice minérale et organique de ces eaux de barrage dans des conditions expérimentales bien contrôlées (temps et taux de chloration).
- Tester la performance de l'oxydant chlore dans la destruction et / ou l'inactivation des micro-organismes.

PROCEDURE EXPERIMENTALE

Prélèvements d'échantillons

Les prélèvements sont effectués sur deux types d'eaux de barrages de Biskra. Il s'agit d'une eau de barrage de Foug El Gherza pour l'irrigation de la région de Sidi Okba et de Fontaine des gazelles pour l'irrigation de la plaine de l'Outaya.

Méthodes d'analyse physico-chimique et bactériologique

Les méthodes analytiques physico-chimiques et bactériologiques utilisées sont les méthodes d'analyse standard décrites par *Rodier (1996) et Rejsek (2002)*.

Description des essais

Les principaux paramètres de qualité physico-chimique et bactériologiques des eaux prélevées sont déterminés. La chloration est ensuite effectuée pour déterminer les demandes en chlore de ces eaux et tester la performance de l'oxydant chlore dans la destruction et / ou l'inactivation des micro-organismes. La quantité de chlore introduite est de 20 mg/l et le temps de contact est de 24 heures.

RESULTATS ET DISCUSSION

Qualité physico-chimique des eaux brutes testées

Paramètres globaux de qualité

Les résultats d'analyse physico-chimique sont présentés dans le tableau 1 et sont comparés aux normes de l'OMS (2004) relatives à la qualité des eaux brutes utilisées pour la production de l'eau destinée à la consommation.

Tableau 1: Principaux paramètres globaux de qualité physico-chimique des eaux testées

Paramètres	Fontaine des gazelles	Foum El Gherza
Température (°C)	18	19
Turbidité (NTU)	9,50	7,0
Conductivité (µs/cm)	1250	1150
pH	7,5	8,23
TAC (°F)	11,0	16,60
TH (°F)	85	87
Cl (mg/l)	175	116,96
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	1900	2000
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,45	0,24
Br (mg/l)	2,18	1,35
NO ₃ ⁻ (mg /l)	23,0	6,60

Les résultats que nous avons obtenus montrent d'une manière générale que:

- La température enregistrée est comprise entre 18 et 19°C, elle est acceptable pour les zones arides et semi-arides.
- Le pH est compris entre 7,5 et 8,25 et selon l'OMS (2004), le pH d'une eau potable doit être compris entre 6,5 et 8,5. Les eaux de barrages de la région de Biskra ont un pH voisin de la neutralité avec un léger caractère alcalin.
- Les conductivités enregistrées se situent entre 1150 et 1250 µs /cm, elles sont très fortes et dépassent 1000 µs/cm (OMS, 2004). Ces conductivités correspondent à une minéralisation importante de ces eaux. En effet, ces conductivités et /ou minéralisations provoquent une augmentation dans le taux de la salinité de ces eaux (Achour et Guergazi, 2002).
- La dureté des eaux de barrage est très élevée avec des TH supérieurs à la norme de 50 °F l'OMS (2004). Cette dureté est accompagnée par une forte concentration en chlorure et sulfate et qui dépasse la concentration maximale admissible, recommandée par L'OMS. Ces fortes teneurs en chlorures et en sulfates pourraient s'expliquer par la géologie des terrains de la région ou par une contamination directe de l'eau des barrages par des rejets domestiques surtout riches en détergents ou par l'utilisation des pesticides dans l'agriculture.
- Les turbidités enregistrées se situent entre 7 et 9,5 NTU. Elles sont largement supérieures à la turbidité maximale admissible par la directive européenne (1998) qui a été fixée à 4 NTU.
- L'azote ammoniacal varie entre 0,24 et 0,45 mg/l, la présence de l'azote ammoniacal dans les eaux de barrages de Foum el Gherza et Fontaine des Gazelles pourrait avoir comme origine la décomposition des déchets végétaux et animaux.

- Par ailleurs, la présence du nitrate dans nos échantillons pourrait être due à la pratique agricole qui consiste à appliquer abondamment des engrais industriels ou du fumier.
- La présence d'ions bromures dans nos échantillons à une concentration qui varie entre 1,35 et 2,18 mg/l indiquent que les eaux de barrages Foum El Gherza et Fontaine des Gazelles ont une salinité plus ou moins importante.

Paramètres organiques des eaux testées

Le tableau 2 récapitule les valeurs des paramètres organiques des eaux de barrages testées.

Tableau 2 : Paramètres organiques des eaux testées

Paramètres	Absorbance U.V = 254 nm	SH (mg/l)	Oxydabilité au KMnO ₄ (mg O ₂ /l)
Fontaine des gazelles	0,101	2,42	17,90
Foum El Gherza	0,107	3,86	10,01

Les paramètres indicateurs de pollution organique (oxydabilité à KMnO₄, substances humiques, U.V) permettent de déduire que la charge polluante des eaux brutes testées atteint des proportions qui ne sont pas négligeables. Nos résultats montrent que nos échantillons sont fortement chargés en matière organique oxydable. Cette charge pourrait être due également à une pollution d'origine exogène provoquée par les rejets urbains, industriels et les pratiques agricoles.

Qualité bactériologique des eaux brutes testées

Les moyens disponibles pour l'analyse bactériologique de l'ensemble de nos échantillons nous ont permis de déterminer uniquement les microorganismes indicateurs de contamination fécale. Les résultats identiques que nous avons obtenus pour les deux eaux de surface et présentés dans le tableau 3, montrent qu'il y a une quantité très importante de microorganismes fécaux qui dépasse les normes algériennes. Nous pouvons dire que la présence dans nos échantillons des streptocoques fécaux, Coliformes fécaux ainsi que les coliformes totaux et les clostridium sulfite réducteurs implique la souillure de ces eaux par des matières fécales et donc la présence possible des pathogènes. Nos eaux de barrage sont destinées à l'irrigation.

Ces germes pourraient ainsi contaminer des aliments et provoquer une intoxication (Martin, 1995 ; Guiraud, 1998).

Tableau 3: Qualité bactériologique des eaux brutes testées.
NPP : Nombre le plus probable

Paramètre	Germes totaux	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Streptocoques fécaux	Clostridium sulfite réducteurs
Résultats (NPP)	5500	>1100	>1100	150	150
Norme Algérienne	< 20	< 10	0	0	14

Notre analyse bactériologique confirme que les eaux brutes que nous avons testées contiennent des eaux usées. En conséquence, les eaux de barrage de Fontaine des Gazelles et Foum El Gherza sont des eaux de mauvaise qualité bactériologique. Il faut par ailleurs signaler que l'efficacité de la désinfection (chloration) se mesure en pourcentage d'abattement et/ou d'inactivation des micro-organismes présents dans l'eau.

CHLORATION DES EAUX BRUTES TESTEES

Potentiels de consommation en chlore

Au vu des résultats du tableau 4, nous pouvons constater qu'après 24 heures de temps de contact, les demandes en chlore sont considérables et comprises entre 18,08 et 18,40 mg Cl₂/l. Ces résultats montrent que les potentiels sont importants soit 90,41 % à 92,01 % du chlore introduit est consommé. Cette consommation est corrélable à la qualité des eaux et plus particulièrement à la teneur et la nature de la matière organique et les types de microorganismes présents. De même, la présence des substances humiques riches en noyaux aromatiques responsables de la réactivité vis-à-vis du chlore est confirmée par le suivi de l'évolution de l'absorbance en U.V qui indique qu'une fraction de la matière organique des eaux de surface a pu être dégradée en structure aliphatique s'accompagnant d'une diminution de l'absorbance en U.V.

Par ailleurs la présence de l'azote ammoniacal et des ions bromures dans nos eaux de barrage semblent induire des variations appréciables dans les demandes en chlore. Ceci pourrait être justifié par les travaux qui ont été effectués par Achour et Guergazi (2002) sur l'influence de ce type de composés minéraux.

Tableau 4: Potentiels des consommations en chlore des eaux de barrage testées, pourcentage du chlore consommé et abattement UV.
Cl₂ int = 20mg/l ; Temps = 24 heures ; λ = 254 nm.

Barrages	P.C.Cl ₂ (mgCl ₂ /l)	% en chlore consommé	% abattement en UV.
Foum El Gherza	18,40	92,01	36,448
Fontaine	18,08	90,41	75,25

Incidence de la chloration sur la qualité bactériologique des eaux brutes testées

Pour la désinfection des eaux brutes testées, nous avons ajouté à un même volume d'eau à examiner une dose de chlore constante égale à 20 mg/l. Après un temps de contact de 24 heures, on procède à l'évaluation des indicateurs de contamination fécale (Tableau 5). Les résultats que nous avons obtenus et présentés, montrent qu'il y'a une élimination totale des coliformes totaux et fécaux (*E. Coli*), des streptocoques fécaux et des Clostridium. Ces résultats indiquent que le chlore est capable de désinfecter les eaux et les rendent potables du point de vue bactériologique et de fournir un résiduel de désinfection dans l'eau pour prémunir contre les contaminations occasionnelles.

Tableau 5: Qualité bactériologique des eaux brutes testées après chloration
Chlore introduit = 20mg/l ; Temps de contact = 24 heures.

Paramètre	Germes totaux	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Streptocoques fécaux	Clostridium sulfito réducteurs
Résultats (NPP)	01	0,0	0,0	0,0	0,0
Norme Algérienne	< 20	< 10	0	0	14

CONCLUSION

Notre étude a permis de montrer que ces eaux sont caractérisées par une conductivité importante supérieure à 1000µs/cm, une dureté excédant très largement 50°F avec une dureté permanente élevée qui correspond à des teneurs en chlorures et sulfates considérables. La turbidité qui a été enregistrée pour les deux types d'eaux est appréciable. La charge organique globale (oxydabilité au KMnO₄, absorbance UV) est apparue comme très importante du fait d'une

pollution exogène provoquée par les rejets urbains, industriels et les pratiques agricoles. Pour l'analyse bactériologique, l'évaluation des micro-organismes indicateurs d'une contamination fécale a révélé que ces eaux de barrage sont de mauvaise qualité bactériologique. En conséquence, ces eaux nécessitent un traitement poussé avant qu'elles soient distribuées aux usagers.

Au cours de l'oxydation de ces eaux par le chlore, nous avons pu établir que les potentiels de consommations en chlore sont considérables. Cette consommation est corrélable aux caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux et surtout aux teneurs et à la nature des constituants organiques et minéraux et aux germes tests de contamination fécale. En ce qui concerne l'incidence de la chloration sur l'élimination des germes fécaux, les résultats que nous avons obtenus montrent que le rendement d'élimination de ces germes est total. De ce fait, nos échantillons, après chloration, sont de bonne qualité bactériologique et présentent un résiduel en chlore assez important. Ce dernier doit être bien ajusté à la qualité de l'eau pour éviter les risques sanitaires.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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.
- DORE M. (1989). *Chimie des oxydants et traitement des eaux*, Ed Lavoisier, Paris.
- GUIRAUD J.P. (1998). *Microbiologie alimentaire*, Ed DUNOD, Paris.
- MARTIN B. (1995). *La matière organique naturelle dissoute des eaux de surface: Fractionnement, caractérisation et réactivité*. Thèse de Doctorat, Université de Poitiers.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS). (2004). *Guidelines for drinking-water quality, Vol. 1, Recommendations, 3rd Ed.*, World Health Organization, Geneva.
- REJSEK F. (2002). *Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques*, Série Sciences et techniques de l'environnement, Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, Bordeaux, France.
- RODIER J. (1996). *L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*, 8^{ème} édition, Ed. DUNOD, Paris.
- ROOK J.J. (1974). Formation of haloforms during chlorination of natural waters, *J. Water. Treat. Exam*, 23, 234- 243.