



POLLUTION PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE BARRAGE DE LA REGION D'EL TARF. IMPACT SUR LA CHLORATION

HARRAT N., ACHOUR S.

Laboratoire LARHYSS
Faculté des sciences et de la technologie
Université de Biskra

RESUME

Les barrages de Mexa et Chefia, situés près de la ville d'El Tarf, sont utilisés aussi bien pour l'alimentation en eau potable que pour l'irrigation.

L'objectif de notre travail est de décrire et de quantifier la pollution minérale et organique de ces eaux et son impact sur un traitement physico-chimique, la chloration.

Nos essais en laboratoire ont pu montrer que la turbidité de ces eaux était élevée et que leur composition minérale était variée et d'origines diverses. La pollution d'origine organique apparaît comme considérable du fait d'une pollution naturelle mais aussi de pollution d'origine exogène. Les substances humiques sont prépondérantes dans la charge organique de ces eaux de surface qui est déterminée par différents paramètres physico-chimiques globaux.

L'application de la chloration sous des conditions contrôlées (dose de chlore, temps de contact) aboutit ainsi à des potentiels en consommation en chlore élevés du fait de la présence de nombreux polluants réactifs vis-à-vis du chlore.

En particulier, l'action du chlore sur le matériel humique aquatique pourra se traduire par la formation de divers sous-produits tels que les composés organohalogénés qui sont suspectés d'être mutagènes et même cancérigènes vis-à-vis de l'être humain.

Mots-clés : Eau de surface, pollution minérale, substances humiques, chloration, consommation en chlore.

ABSTRACT

Mexa and Chefia dams, located near the city of El Tarf, are used both for supplying drinking water and irrigation.

The objective of our work is to describe and quantify inorganic and organic pollution of these waters and its impact on a physico-chemical treatment, chlorination. Our laboratory tests have shown that the water turbidity was high and that their inorganic composition was varied and had various origins. The organic pollution appears to be considerable because of a natural origin but also of exogenous origin. The humic substances are dominant in the total organics which is determined by various physico-chemical parameters. The application of chlorination under controlled conditions (chlorine ratio, contact time) leads to high chlorine consumption potentials because of the presence of many reactive pollutants towards chlorine. In particular, the action of chlorine on the aquatic humic substances may result in the formation of various by-products such as organohalogenated compounds that are suspected to be carcinogenic and mutagenic towards humans.

Keywords: Surface water, inorganic pollution, humic substances, chlorination, chlorine consumption.

INTRODUCTION

Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. En Algérie, l'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture en irrigué et l'industrie. Mais pour une bonne gestion, la connaissance de ces ressources en eau et de leur qualité est une condition nécessaire.

Le développement socio-économique et l'urbanisation rapide ont eu un impact néfaste sur la qualité des ressources en eau. De nombreux cas de pollution industrielle et urbaine ont été observés en l'occurrence au niveau des barrages, ces derniers étant l'exutoire de rejets extrêmement polluants.

Les barrages de Mexa et Cheffia constituent de grands ouvrages du bassin nord de l'Atlas tellien et sont situés près de la ville de Tarf.

L'objectif de notre travail est de décrire et de quantifier la pollution minérale et organique de ces eaux et son impact sur un traitement physico-chimique, la chloration.

Nos essais en laboratoire ont pour but d'apprécier la qualité physico-chimique des deux eaux de surface par la détermination de paramètres minéraux et organiques et l'interprétation des résultats obtenus.

L'application de la chloration sous des conditions contrôlées (dose de chlore, temps de contact) permet la détermination des potentiels en consommation en chlore en présence de nombreux polluants réactifs vis-à-vis du chlore.

MATERIELS ET METHODES

Echantillonnage

Les prélèvements d'eaux brutes des deux barrages ont été effectués entre janvier 2006 et juin 2006. Les prélèvements se font à une profondeur de 15 à 30 cm de la surface de l'eau, en évitant la pénétration de l'air.

Le transport des échantillons depuis le point de prélèvement jusqu'au laboratoire se fait dans une glacière à 4 °C. Lorsque les échantillons sont conservés, ils sont mis au réfrigérateur.

Avant de procéder aux opérations analytiques, il est essentiel que toutes les dispositions soient prises, telles que l'homogénéisation au moment du dosage.

Méthodes d'analyses physico-chimiques

Les méthodes analytiques utilisées sont décrites par *Rodier* (1996) et *Tardat-Henry* (1984) ou les catalogues de l'appareillage utilisé. Les méthodes utilisées sont aussi bien volumétriques, colorimétriques, spectrophotométriques que potentiométriques. Différents paramètres globaux sont ainsi mesurés tels que la température, le pH, la conductivité, la dureté, l'alcalinité les éléments minéraux majeurs (calcium, magnésium, sodium, chlorures, sulfates,...) ou quelques polluants (nitrates, azote ammoniacal, cadmium,...). La turbidité est mesurée par néphélométrie.

La matière organique totale a été évaluée par la méthode de l'oxydabilité au permanganate de potassium (KMnO_4) (*Rodier*, 1996), en milieu acide à chaud vue sa rapidité.

Les mesures de l'absorbance en UV à 254 nm ont été réalisées à l'aide d'un spectrophotomètre de marque (WPA LIGHT WAVE) avec un trajet optique de 1 cm (cuve en quartz).

Le dosage des substances humiques s'effectue par la méthode des ajouts dosés à une longueur d'onde de 254 nm Les teneurs initiales en substances humiques sont évaluées grâce à des courbes d'étalonnage de l'absorbance en fonction des concentrations en mg/l de substances humiques ajoutées pour chaque eau (figure 1).

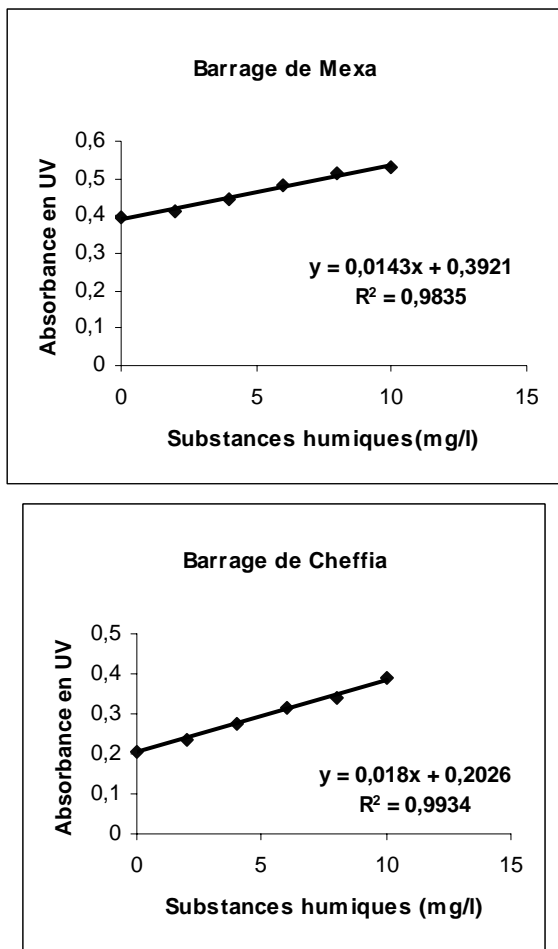


Figure 1: Etalonnage des substances humiques pour l'eau des barrages de Mexa et Cheffia.

Le chlore résiduel est déterminé par la méthode iodométrique (Rodier, 1996) et permet de déduire la quantité de chlore consommé.

Description des essais

Les principaux paramètres de qualité physico-chimique des eaux prélevées sont déterminés et notamment les paramètres organiques. La chloration est ensuite effectuée en laboratoire pour déterminer les demandes en chlore. La quantité de chlore introduit est de 20 mg/l et le temps de contact est de 24 heures. La dégradation des structures aromatiques de la charge organique des eaux est aussi suivie par l'absorbance en UV.

RESULTATS ET DISCUSSION

Qualité physico-chimique des eaux testées

Paramètres globaux minéraux

Le tableau 1 récapitule les valeurs des paramètres globaux de qualité des eaux des deux barrages de Mexa et de Cheffia.

A travers ces résultats, nous pouvons observer que le pH est voisin de la neutralité. Par ailleurs, nos résultats ont montré que les conductivités enregistrées sont assez faibles, ce qui correspond à une minéralisation peu importante pour les deux barrages comparées à celles d'autres eaux de barrages comme celles du sud algérien (*Harrat, 2007*).

Les barrages étudiés sont situés dans une région très boisée où la couverture végétale est très dense, ce qui augmente les valeurs de la turbidité. Cette turbidité serait alors en partie organique et peut alors induire une augmentation non négligeable des doses de chlore lors du traitement des eaux de barrages. Ceci peut ainsi entraîner une production substantielle de composés organohalogénés.

Concernant les éléments minéraux, l'alcalinité est bicarbonatée puisque le pH est inférieur à 8,3, les faibles teneurs des duretés résultant probablement de la nature géologique des terrains. L'analyse des résultats montre des teneurs assez faibles en chlorures pour les deux barrages étudiés. Ces teneurs en chlorures et 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 valeurs des nitrates apparaissent comme non négligeables notamment dans le barrage de Cheffia. Cette augmentation subite dans des périodes bien définies de l'année correspond généralement aux périodes d'introduction des engrais dans les terrains agricoles. En cas de pluie, les ions nitrates non assimilés par les plantes sont entraînés par lessivage vers les barrages. L'apport de nitrates dans ces barrages entraîne une augmentation des plantes et algues en surface et peut aboutir à une eutrophisation du milieu. Sa présence excessive peut aussi provoquer un problème de santé publique important tel que la méthémoglobinémie. L'azote ammoniacal est présent à des teneurs très faibles et ne présage d'aucune pollution d'origine anthropique. Les ions bromures présentent des concentrations nettement plus élevées résultant généralement de la nature des terrains traversés ou d'une pollution industrielle (*Guergazi et al., 2006*).

Tableau 1 : Principales caractéristiques minérales des eaux de barrages testées.

Paramètres	Barrage de Cheffia	Barrage de Mexa
pH	7,54	7,78
conductivité (µS/cm)	309	364
Turbidité (NTU)	9,6	18
TH (°F)	25,4	33,4
TAC (°F)	17,5	10,5
Cl ⁻ (mg/l)	42	51
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	39	59
Na ⁺ (mg/l)	42	52
NO ₃ ⁻ (mg/l)	3,52	2,2
NH ₄ ⁺ (mg/l)	< 0,01	0,22
Br ⁻ (mg/l)	0,21	0,19

Paramètres organiques des eaux testées

La charge organique (oxydabilité au KMnO₄, substances humiques, absorbance en UV) est importante dans les deux barrages et surtout dans le barrage de Mexa. Les teneurs enregistrées en matières organiques pourraient surtout provenir d'une pollution naturelle (végétation en décomposition) et très peu de pollution d'origine exogène (rejets urbains et pratiques agricoles). Le tableau 2 récapitule les résultats obtenus concernant la charge organique des eaux de barrages testées, exprimée en oxydabilité au KMnO₄, en concentration en substances humiques et en absorbance en UV caractéristique de l'aromaticité de la matière organique. L'absorbance UV mesurée sur les deux eaux brutes montre qu'une fraction de la matière organique comporte des structures aromatiques qui pourraient principalement être des substances humiques.

Tableau 2 : Paramètres organiques des eaux testées

Eaux de barrages	Paramètres organiques		
	Substances humiques (mg SH/ l)	Oxydabilité au KMnO ₄ (mg O ₂ /l)	Absorbance en UV
Cheffia	11,25	9,4	0,208
Mexa	27,41	15,88	0,410

Potentiels de consommation en chlore

Les potentiels de consommation en chlore (PCCl₂) correspondent à la capacité maximale de réactivité des eaux vis-à-vis du chlore pour des conditions extrêmes (temps de contact de 24 heures et dose de chlore de 20 mg/l). Le tableau 3 présente les valeurs des potentiels de consommation en chlore pour les deux barrages étudiés en les mettant en parallèle avec les pourcentages d'abattement de l'UV représentant la dégradation de l'aromaticité de la matière organique après 24 heures.

Tableau 3 : Potentiels de consommation en chlore et abattement de l'UV

Barrages	PCCl ₂ (mgCl ₂ /l)	Abattement UV (%)
Cheffia	10,06	20,67
Mexa	12,54	22,44

Au vu des résultats du tableau 3, nous pouvons constater qu'après 24 heures de temps de contact, les demandes en chlore sont considérables et pourraient être corrélables aux caractéristiques physico-chimiques des eaux et surtout aux teneurs et à la nature des constituants tant organiques que minéraux. Nos résultats rejoignent les résultats de différentes études concernant la réactivité d'eaux de surface algériennes (*Achour et Guergazi, 2002; Guergazi et al., 2006*) ou françaises (*Croué, 1987*). Tous ces travaux montrent que la consommation en chlore est souvent conditionnée non seulement par le pH, la dose de chlore mais aussi par la composition chimique de l'eau et la présence de nombreuses réactions compétitives. Toutes ces réactions avec des éléments consommateurs de chlore peuvent induire des demandes en chlore importantes et peuvent générer des composés organohalogénés tels que les trihalométhanes, suspectés d'être cancérigènes et mutagènes pour l'être humain.

CONCLUSION

L'objectif de notre travail était d'observer la qualité physico-chimique ainsi que la réactivité vis-à-vis du chlore de deux eaux de surface du Nord Est algérien. Nos essais en laboratoire ont pu montrer que la turbidité de ces eaux était assez élevée du fait des fortes précipitations et de l'importance du couvert végétal. La composition minérale est variée et comprend aussi bien des éléments naturels d'origine géochimique que des polluants dus aux rejets domestiques ou à l'agriculture. La pollution d'origine organique apparaît comme considérable et est d'origine naturelle mais aussi de pollution d'origine exogène (rejets urbains et industriels, pratiques agricoles). Les substances humiques, provenant de la décomposition de végétaux, sont prépondérantes dans la charge organique de

ces eaux de surface qui est déterminée par différents paramètres physico-chimiques globaux.

L'application de la chloration sous des conditions contrôlées (dose de chlore, temps de contact) aboutit ainsi à des potentiels en consommation en chlore élevés du fait de la présence de nombreux polluants réactifs vis-à-vis du chlore.

L'observation et le suivi de la dégradation de l'aromaticité des substances organiques laisse présager de nombreuses réactions compétitives du chlore avec les constituants de l'eau. En particulier, l'action du chlore sur le matériel humique aquatique pourra se traduire par la formation de divers sous-produits tels que les composés organohalogénés qui sont suspectés d'être mutagènes et même cancérigènes vis-à-vis de l'être humain.

Le chlore est efficace en tant que désinfectant mais il présente l'inconvénient de réagir avec la matière organique des eaux de surface en induisant la formation de sous produits de la chloration parmi lesquels le chloroforme. Les risques toxiques à long terme doivent être pris en considération. Ceci incite à conclure qu'un traitement poussé devra être appliqué pour que ces eaux puissent être distribuées.

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.
- CROUE J.P. (1987), Contribution à l'étude de l'oxydation par le chlore et l'ozone d'acides fulviques extraits d'eaux de surface, Thèse de Docteur d'Université, Poitiers, France.
- GUERGAZI S., HARRAT N., ACHOUR S., (2006), Paramètres organiques et potentiels de formation du chloroforme d'eaux de surface de l'Est Algérien, *Courrier du Savoir Scientifique et Technique*, 7, 45-50.
- HARRAT N. (2007), Qualité des eaux de surface de l'Est algérien et leur réactivité vis-à-vis du chlore, mémoire de Magister, université d'Annaba.
- RODIER J. (1996), L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, Ed. Dunod, 8^{ème} Edition, Paris.
- TARDAT-HENRY M., BEAUDRY J. (1984), Chimie des eaux, Ed. Le Griffon d'argile, INC, Québec.