

UTILISATION DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES ET DES MACROPHYTES POUR EVALUER LA DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'EAU DE L'OUED CHELEF (ALGERIE)

BELHAOUARI B¹., ACHOUR T²., MEBARKI D¹., BRANINE A².

1- Département Eau, Environnement et Développement Durable, Université de Chlef - *Hassiba Benbouali*

2- Département biologie, Université de Chlef - *Hassiba Benbouali*

Résumé : L'étude a été réalisée au niveau de l'Oued Chelef - Algérie (tronçon zone industrielle de la ville de Chlef). Les deux sites de l'étude (S1 et S2) sont respectivement situés en amont et en aval de la zone industrielle de la ville de Chlef. L'indice biologique global normalisé des macro-invertébrés (IBGN) évalué pendant le mois d'avril 2015 a montré que la qualité d'eau est moyenne dans les sites S1 et S2 (amont et en aval de la zone industrielle de la ville de Chlef). L'indice biologique macrophytes de rivière (IBMR) évalué pendant le mois de mai de la même année a révélé un niveau trophique fort dans les deux sites. Notre étude a montré que le degré de la pollution du site aval qui reçoit des rejets industrielle est aussi important que celui du site amont qui reçoit des rejets agricoles.

Mots clés : Oued Chlef, IBGN, IBMR, Macroinvertébrés benthiques, Macrophytes.

USING BENTHIC MACROINVERTEBRATES AND MACROPHYTES TO EVALUATE WATER QUALITY DEGRADATION OF OUED CHELEF (ALGERIA)

Abstract: To measure the level of organic pollution and evaluate its biological impact in the Oued Cheliff, stretch the industrial area of Oued Sly, standardized global biological index IBGN and biological index macrophyte in river IBMR were evaluated.

The index IBGN evaluated during the month of April shows that the water quality is average in sites 1 and 2. The index IBMR evaluated during the month of May is characterized by a high trophic level in the two sites. Our study showed that the degree of pollution from the downstream site receiving industrial discharges is as great as that of the upstream site receiving agricultural waste.

Key words : Oued Chlef, IBGN, IBMR, benthic Macroinvertebrates, Macrophytes.

Introduction

L'Oued Cheliff, long de plus 750 Km, est le plus important cours d'eau de l'Algérie. Il traverse 09 villes dont la population dépasse les 03 millions d'individus. L'Oued Cheliff représente un important foyer de biodiversité et un grand réservoir d'eau d'irrigation. Toutefois, ce cours d'eau reçoit d'importantes quantités d'eaux polluées [1], d'où l'importance de cette étude et de la réalisation d'un bilan d'analyses physico-chimiques et biologiques.

L'évaluation de la qualité des eaux de surface continentales en Algérie est basée surtout sur les mesures physico-chimiques et bactériologiques. L'utilisation des indices biologiques n'est pas encore généralisée [2- 3- 4]. Les analyses

chimiques sont généralement instantanées. Vu les importantes fluctuations journalières et horaires des charges polluantes, un prélèvement momentané ou à une fréquence faible est très peu fiable et il est même téméraire d'effectuer une cartographie ou une surveillance de la qualité des eaux sur cette seule base aléatoire [5]. Contrairement aux analyses chimiques, on peut détecter à l'aide des bioindicateurs des perturbations qui ont eu lieu même si elles ne sont plus présentes au moment de l'échantillonnage [6]. Certaines espèces sont plus ou moins résistantes aux polluants que d'autres. Ces espèces indicatrices de pollution vont refléter par leurs présences ou par leurs absences la qualité de l'écosystème [7].

L'indice biologique global normalisé (IBGN) est un outil de diagnostic de cours d'eau basé sur les macroinvertébrés [8]. L'indice biologique macrophytes de rivière IBMR s'appuie sur un relevé exhaustif des peuplements macrophytiques [9]. L'utilisation de ces indices biologiques nous a permis de mesurer l'impact de la pollution engendré par la zone industrielle de la ville de Chlef sur le cours d'eau Oued Cheliff au cours de (durant) l'année 2015.

1- Zone d'étude

L'indice IBGN et l'indice IBMR ont été évalués en aval et en amont de la zone industrielle de Chlef (figure n°01). Cette zone s'étend sur une superficie de 215.7 hectares. Elle comprend plusieurs unités industrielles comme l'unité de verre (NOVER), l'unité de plastique (ENPC) et l'usine de cimenterie (ECDE).



Figure n°01: Carte géographique des sites d'échantillonnage (Google earth, 2015)

2- Matériel et méthodes

2.1- Paramètres mesurés *in situ*

Pendant les mois d'avril et de mai, quatre paramètres physico-chimiques de l'eau : température, conductivité électrique, pH et oxygène dissous, ont été mesurés à l'aide d'un multi paramètre (type) WTW 340i.

2.2- Indice IBGN

La détermination de l'indice IBGN au niveau des deux sites est réalisée pendant le mois d'avril [8]. On effectue 8 prélèvements de 1/20 de m² chacun dans une station (définie par une surface d'une longueur 10 fois supérieure à la largeur du lit mouillé). L'IBGN est établi à partir d'un tableau de détermination comprenant 14 classes de variété taxonomique et 9 groupes faunistiques indicateurs. Le

répertoire des organismes retenus pour le calcul de l'IBGN contient 152 taxons. On détermine en premier la variété taxonomique de l'échantillon (ST), égale au nombre de taxons récoltés, même s'ils ne sont représentés que par un seul individu. Puis, on détermine le groupe faunistique indicateur (GI) en ne prenant en compte que les taxons indicateurs représentés par au moins 3 taxons, ou 10 selon les taxons.

La formule suivante est appliquée : **IBGN = GI + ST - 1**

L'identification des taxons se fait en se basant sur des livres de base de classification des macroinvertébrés aquatiques [10]. La valeur de l'IBGN est déterminée à l'aide d'un tableau affectant une valeur de 1 à 20 (tableau n°01).

Tableau n°01 : Classes de l'IBGN

Valeur de l'IBGN	≥17	13-16	9-12	5-8	≤4
Classe de qualité	1A	1B	2	3	HC
Pollution	Absente	Modérée	Nette	Importante	Excessive

2.3- Indice IBMR

La détermination de l'indice IBMR au niveau des deux sites a été réalisée pendant le mois de mai [9]. La détermination de l'IBMR repose sur une observation *in situ* des peuplements macrophytiques. Les taxons pris en compte sont au nombre de 208. Un tronçon de cours d'eau (station) comprenant plusieurs faciès de courant sera choisi : faciès lentique (avec faible vitesse de courant) et faciès lotique (avec forte vitesse de courant). Des stations à fort éclairage naturel seront privilégiées et la surface de cours d'eau étudiée est fixée à 100 mètres. L'identification des taxons est réalisée en se basant sur des guides d'identification des macrophytes [11- 12- 13].

L'IBMR se calcule comme suit : I.B.M.R. (Station) = $(n \sum_i \text{CSi} * \text{Ki} * \text{Ei}) / (n \sum_i \text{Ki} * \text{Ei})$

i : espèce contributive.

n : nombre total d'espèces contributives.

CSi : coefficient d'oligotrophie spécifique à chaque taxon (variant de 0 à 20).

Ei : coefficient de sténocécie (variant de 1 à 3 suivant le taxon).

Ki : Valeur de recouvrement (variant de 1 à 5 selon la gamme de recouvrement).

Les coefficients CSi et Ei des taxons ainsi que l'interprétation des valeurs Ki sont annexés à la norme Afnor NF T 90-395. Les résultats de l'IBMR sont interprétés selon une grille à 5 niveaux caractérisant les niveaux trophiques des eaux, avec les codes couleur habituels (tableau n°02).

Tableau n°02: Echelle de l'IBMR

IBMR	IBMR ≤ 8	8 < IBMR ≤ 10	10 < IBMR ≤ 12	12 < IBMR ≤ 14	14 < IBMR
Niveau trophique	Très élevé	Fort	Moyen	Faible	Très faible

3- RESULTATS ET DISCUSSION

3.1- Paramètres physicochimiques de l'eau

Les valeurs des quatre paramètres température, pH, conductivité électrique et

oxygène dissous sont comparées aux normes écologiques françaises [14] (figure n°02).

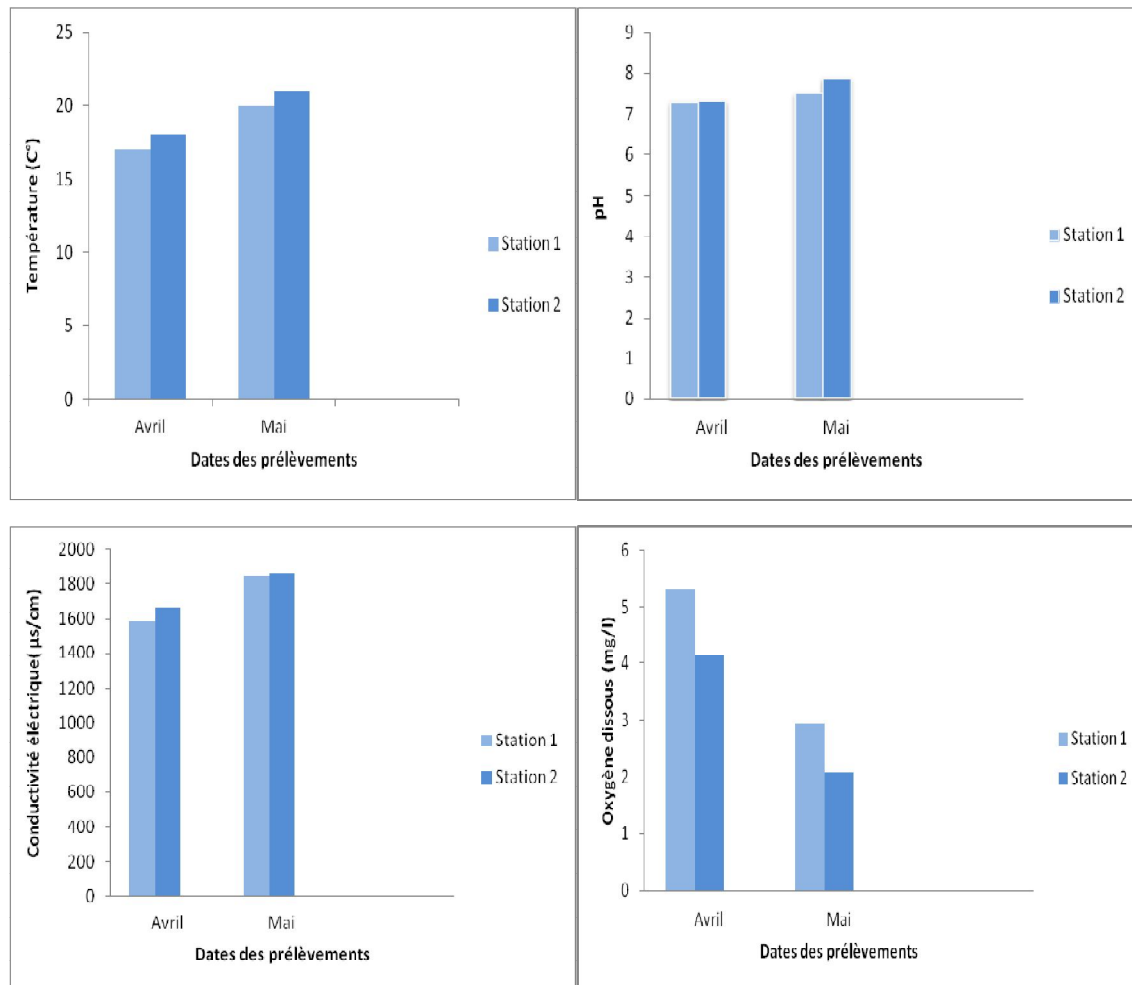


Figure n°02: Résultats des analyses physicochimiques de l'eau

Les résultats de variation de la température entre les deux sites de prélèvement n'indiquent aucune pollution thermique. Une légère variation a été observée. Elle est due probablement aux conditions climatiques.

Les valeurs de pH enregistrées sont dans les normes. Des valeurs de pH au-dessous de 5,5 ou au-dessus de 9,5 indiquent un danger pour la faune et la flore [14]. Les valeurs de la conductivité électrique sont presque identiques dans tous les sites et durant la période expérimentale. Ces valeurs ne dépassent pas la norme (2000 µs/cm) [14].

Les concentrations en oxygène dissous pendant le mois de mai et d'avril ne sont

pas inférieures à la norme (4 mg/l). Une concentration en oxygène dissous inférieure à cette valeur met en péril la vie aquatique [15]. La circulation de l'eau de la rivière est à l'origine du brassage d'eau et donc de dilution de l'oxygène dans l'eau.

3.2- Indice IBGN

Les prélèvements effectués ont permis de récolter un total de 216 individus dans les deux sites, 105 individus dans le site 1 et 111 individus dans le site 2. Nos résultats montrent que les sites S1 et S2 représentent une diversité des invertébrés macrophages benthiques inégale (figure n°03).

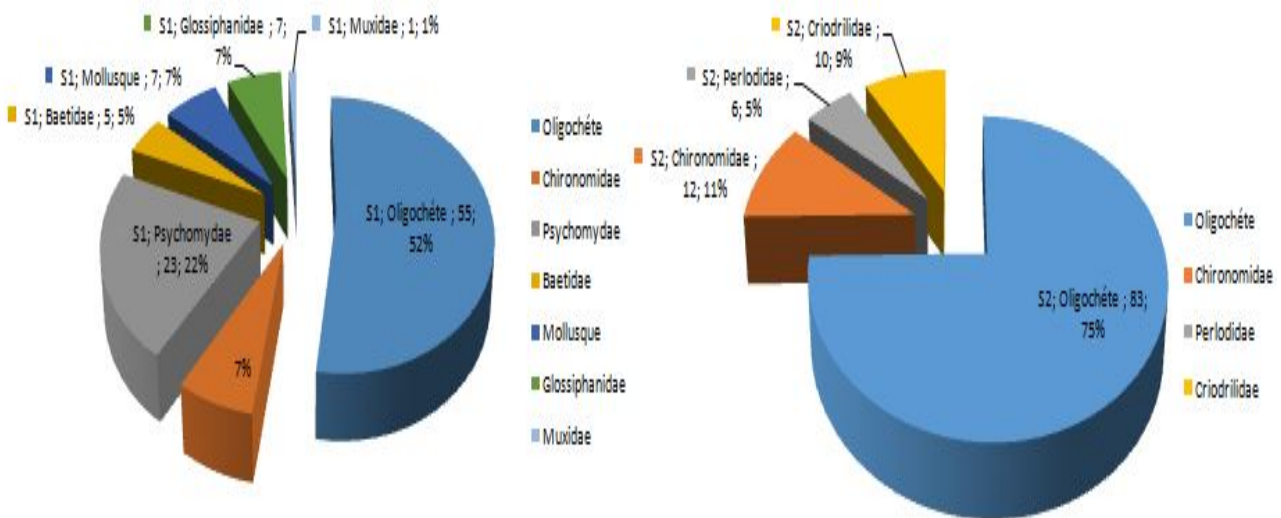


Figure n°03: Pourcentage et nombre des macroinvertébrés dans les deux sites

Les résultats de l'indice IBGN enregistrés pendant le mois de mai montrent que la qualité de l'eau est moyenne dans les deux

sites avec une nette pollution (tableau n°03).

Tableau n°03: Note de l'indice IBGN des deux sites

	Station 1	Station 2
Note IBGN (N/20)	10 Qualité moyenne	12 Qualité moyenne

La pollution organique enregistrée dans le site 1 serait dû aux engrais utilisés dans l'agriculture. Il est admis que la pollution organique peut provenir des rejets agricoles [16]. Dans le site 2, la pollution organique a pour origine les rejets des différents établissements de la zone industrielle. Le processus d'enrichissement du milieu par les polluants, à moyen terme, risque de

conduire à un enrichissement de la faune benthique en nombre d'individus qui vivent dans les milieux en décomposition, les macroinvertébrés les plus sensibles risque de disparaître [17].

3.3- L'indice IBMR

L'identification des macrophytes dans les deux sites a révélé la présence de 03 espèces dans le site 1 et 07 espèces dans le site 2 (tableau n°04).

Tableau n°04: Taux de recouvrement des espèces dans les deux sites

Espèces trouvées	Recouvrement (R) Site 1	Valeur Ki Site 1	Recouvrement (R) Site 2	Valeur Ki Site 2
<i>Polygonum hydropiper</i>	1 % < R < 10%	3	1 % < R < 10%	3
<i>Catabrosa aquatica</i>	R < 0.1%	1	0.1 % < R < 1%	2
<i>Phragmites australis</i>	1 % < R < 10%	3	1 % < R < 10%	3
<i>Chara globularis</i>	-	-	R < 0.1%	1
<i>Spirogyra sp</i>	-	-	R < 0.1%	1
<i>Alisma lanceolatum</i>	-	-	R < 0.1%	1
<i>Mentha aquatica</i>	-	-	R < 0.1%	1

Les coefficients d'oligotrophie CSi et de sténocécie Ei des espèces identifiées sont mentionnés dans le tableau n°05.

Tableau n°05: Coefficients CSi et Ei des espèces identifiées

Espèces trouvées	Coefficient d'oligotrophie CSi	Coefficient de sténocécie Ei
<i>Polygonum hydropiper</i>	8	2
<i>Catabrosa aquatica</i>	11	2
<i>Phragmites australis</i>	9	2
<i>Chara globularis</i>	13	1
<i>Spirogyra sp</i>	10	1
<i>Alisma lanceolatum</i>	9	2
<i>Mentha aquatica</i>	12	1

Dans le site 1, les espèces abondantes sont *Phragmites australis* et *Polygonumhydropiper* avec un taux de recouvrement entre 1 et 10%, l'espèce *Catabrosaaquatica* couvre moins de 1%.

Le site 2 est caractérisé par deux espèces abondantes, *Phragmites australis* et

Polygonum hydropiper avec un taux de recouvrement entre 1 et 10%. L'espèce *Catabrosa aquatica* couvre une surface entre 0.1 et 1% de la rivière. Les espèces *Spirogyra sp*, *Chara globularis*, *Alisma lanceolatum* et *Mentha aquatica* couvrent moins de 0.1% de la rivière.

Tableau n°06: Notes de l'indice IBMR dans les deux sites

	Site 1	Site 2
Note de l'indice IBMR	8,85 Niveau trophique fort	9,47 Niveau trophique fort

L'évaluation de l'indice IBMR a révélé que les deux sites sont marqués par un niveau trophique fort.

La pollution des deux sites risque d'avoir des conséquences graves si l'apport en substances nutritives continue d'augmenter. On risque d'assister à la simplification des biocénoses : les algues ou les végétaux peuvent envahir la totalité du fond et appauvrissent la mosaïque d'habitats [17].

Conclusion

Notre étude, basée sur l'évaluation des indices biologiques IBGN et IBMR dans

l'Oued Cheliff, a montré que ce cours d'eau est dégradé au niveau du site 1 qui reçoit des rejets agricoles et du site 2 qui reçoit des rejets industriels. L'accroissement de la quantité des polluants industriels et agricoles, déversés dans le cours d'eau, présente un risque permanent sur l'écosystème et la santé publique. L'Oued Cheliff doit bénéficier d'une stratégie particulière de suivi de la qualité de l'eau. L'utilisation des indices biologiques IBGN et IBMR doit être généralisée afin d'assurer une meilleure protection de ce cours d'eau

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Belhaouari B. Belguermi A. Achour T. 2017- Protection des eaux de surfaces continentales en Algérie : quelle stratégie faut-il adopter pour les dix prochaines années ? *Larhyss Journal*, 31: 7-17.
- [2] Belguermi A. Belhaouari B. Boudaoud K. Boutiba Z. 2014- Physico-Chemical Characteristics of water and Ornithological Assessment of Lake Telamine (Algeria). *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 5 (2): 1-8.
- [3] Belhaouari B. Belguermi A. Achour T. Bendaha M. Deham F. Mokhtari Y. 2014- Organic Pollution Assessment and Biological Quality of the River Oued Rhiou (Algeria). *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 18 (1) : 1-12.
- [4] Bengherbia A. Hamaidi F. Zahraoui R. Hamaidi M.S. Megateli S. 2014- Impact des rejets des eaux usées sur la qualité physico-chimique et bactériologique de l'Oued Beni Aza (Blida, Algérie). *Lebanese science journal*, 15 (2) : 39-55.
- [5] Leclercq L. 2001- Intérêt et limites des méthodes d'estimation de la qualité de l'eau, éd. Station scientifique des Hautes-Fagnes. 100 p.
- [6] Belhaouari B. Chorfa F. Merzoug M. 2017- Evaluation of the organic pollution impact on freshwater diatoms in the northern Algerian river "Allala". *Environmental and Water Sciences, public Health and Territorial Intelligence Journal*, 1 (2) : 08-13.
- [7] Le bras G. J. 2007- Ecotoxicologie et méthodes d'investigation. éd. Enseignement MI - ISA & Université Catholique de Lille. 87 p.
- [8] AFNOR. 2004- NF T90-350 Qualité de l'eau : Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN), éd. Afnor. 40 p.
- [9] AFNOR. 2003- NF T90-395 Qualité de l'eau : Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR), éd. Afnor. 40 p.
- [10] Tachet H. 2010- **Guide des invertébrés d'eau douce**, éd. CNRS. 587 p.
- [11] Barbe J. 1984- Les végétaux aquatiques, éd. Bulletin français de la pêche et de la pisciculture. 42 p.
- [12] Lapace-Treytur C. Pelter M. Lambert M. 2014- Guide pratique de détermination des algues macroscopiques d'eau douce, éd. IRSTEA. 206 p.

- [13] Coudreuse J. Haury J. Bardat J. Rebillard J.P. 2005- Les bryophytes aquatiques et supra aquatiques, éd. L'Agence de l'Eau Adour-Garonne. 58 p.
- [14] MEDD. 2003- Système d'évaluation de la qualité des cours d'eau, éd. Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (France). 40 p.
- [15] Belhaouari B. Rouane-Hacene O. Bendaha M. 2014- Effects of Metal Sulfates on Catalase and Glutathione-S-transferase of Marine Gastropoda: *Osilinus turbinatus*. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 4 (9) : 191-196.
- [16] Rodier J. 2009- L'analyse de l'eau, éd. Dunod. 9^{ème} édition. 1526 p.
- [17] Gay C. Bourrain X. Bournard C. Compagnant P. 2000- Indice biologique global normalisé, éd. Agence de l'eau. 37 p.

ETUDE DE LA QUALITE PHYSICOCHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DES EAUX BRUTES ET TRAITÉES DU BARRAGE DE BOUHANIFIA DE LA WILAYA DE MASCARA (OUEST D'ALGERIE)

DJADOUNI Fatima

*Université de Mascara, Faculté de Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biologie, Mascara, Algérie.
Laboratoire de Génie des procédés et Chimie des Solutions LGPCS, ,*

Résumé : La wilaya de Mascara située au nord-ouest du territoire algérien souffre d'un déficit hydrique durant les dernières décennies en raison de la sécheresse, les changements climatiques et environnementaux, le manque de pluie, sécheresse des puits et l'utilisation croissante de l'eau. Le barrage de Bouhanifia n'a pas échappé à ce problème, puisqu'il est envasé actuellement à plus de 50% de sa capacité initiale par de l'argile et l'abaissement de niveau d'eau. Pour mieux valoriser ce barrage nous avons opté pour l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de ses eaux avant et après traitement pendant une période de quatre mois (Janvier à Avril). Les résultats ont été comparés aux normes internationales de potabilité.

Mots-clés : Wilaya de Mascara, barrage de Bouhanifia, station de traitement, qualité de l'eau

STUDY OF THE PHYSICO-CHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL QUALITY OF RAW AND TREATED WATER FROM THE BOUHANIFIA DAM IN MASCARA (WESTERN ALGERIA)

Abstract: Mascara was a town located in the north-west of the Algerian territory suffers from a water deficit during the last decades because of the drought, the climatic and environmental changes, and the lack of rain, drought of the wells and the increasing use of the water. The Bouhanifia dam has not escaped this problem, since it is silted at present to more than 50% of its initial capacity by clay and the lowering of water level. To better develop this dam we opted to study the physicochemical and bacteriological quality of its water before and after treatment for a period of four months (January to April). The results were compared to international standards of potability.

Keywords: Wilaya of Mascara, Bouhanifia dam, treatment station, water quality.

Introduction

Le barrage de Bouhanifia se trouve à 4 km au nord de la ville de Bouhanifia dans la wilaya de Mascara, il fait partie du triplex formé par trois barrages en cascade Ouizert-Bouhanifia-Fergoug, l'ouvrage est un barrage en enrochement arrimé de 464 m de longueur, il s'élève de 54 m. La surface du bassin versant est de 5 566 Km² et la surface du plan d'eau à la retenue normale est de 530 ha.

Depuis sa mise en service, ce barrage a contribué considérablement à l'alimentation en eau de plusieurs localités se trouvant au sein de la wilaya de Mascara notamment les couloirs Bouhanifia-Hacine, Bouhanifia-Mascara, Bouhanifia-Mohamadia et Bouhanifia-Sfifef [1]. Sa capacité initiale est de 73 hm³, les eaux

sont également transférées vers le barrage de Fergoug, dans le but d'assurer un bon approvisionnement de différentes localités de la wilaya. La station de traitement est conçue pour une capacité de traitement d'eau potable de 250 L/S soit 21 600 M³/J [2].

Le barrage dont la construction débuta en 1929 fut achevé dans son ensemble en 1951, mais des incidents techniques survenus par la suite nécessiteront de reprendre certains travaux d'étanchement de terrain et d'équipement hydromécanique [3].

Le barrage étudié est fortement sujet à ce problème et sa perte de capacité est en évolution à cause de l'augmentation des fuites d'eau, de l'évaporation, de la forte proportion

d'argile 50% et de l'envasement [4, 5, 6]. Donc dans cette vision, ce présent travail est engagé pour l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau brute et traitée du barrage de Bouhnifia pendant une période de quatre mois (Janvier à Avril).

1. Matériels et méthodes

Les analyses sont effectuées en se basant sur des textes réglementaires tels que la publication de normes algériennes de potabilité des eaux de consommation, normes homologuées (NA 6360), arrêté ministériel concernant les eaux de boisson pré-emballées, eaux minérales et eaux de source (Journal Officiel n°51 du 20 août 2000), le Journal Officiel n°35/1998 de critères microbiologiques relatifs à certaines denrées alimentaires et enfin le Journal Officiel n°11-219/2011.

1.1. Zone d'étude

La station de traitement de Bouhanifia se trouve à une distance de 3km au sud de la ville de Bouhanifia de la Wilaya de Mascara dont les coordonnées géographiques sont les suivantes : Latitude : 35°23'47" Nord, Longitude : 0°08'24" Est, L'altitude par rapport au niveau de la mer : 590 m selon Direction de l'Hydraulique de la Wilaya de Mascara 2004 et 2008.

La station s'étend sur une superficie de trois hectares dans le but de satisfaire au maximum les besoins en eau potable et elle est conçue pour une capacité de traitement d'eau potable de 250 L/S soit 21600 M3/J selon l'Agence Nationale des Barrages et Transferts 2006.

La collecte des échantillons (l'eau brute et traitée) a été réalisée pendant quatre mois. Les paramètres physiques (température, pH, conductivité et turbidité) sont mesurés in situ après chaque prélèvement.

1.2. Analyses d'eaux

La majorité des éléments chimiques importants dissous dans l'eau ont été dosés à savoir des éléments majeurs tel que : les chlorure, calcium, sulfate, le fer et la matière organique. La couleur, la turbidité ainsi que la conductivité de l'eau ont été également dosés. La température et le pH ont été aussi déterminés [7, 8].

1.2.1. Méthodes d'analyses physico-chimiques
pH-mètre, Température, Oxygène dissous, Conductivité, Turbidité, Titre Hydrotimétrique (TH) ou dureté totale, et Matière en suspension (M.E.S).

1.2.2. Analyses des substances indésirables

Les nitrites, les nitrates, l'ammonium, les chlorures (Cl-), les orthophosphates et le fer [9, 10].

1.2.3. Analyses microbiologiques de l'eau

Les paramètres microbiologiques sont déterminés par la méthode de filtration sur membrane selon les normes "AFNOR 1999" pour *Staphylococcus aureus*, coliformes totaux, coliformes fécaux, Streptocoques fécaux, spores de microorganismes anaérobies sulfite-réducteurs et par la méthode présence/absence pour Salmonelles. Toutes les analyses sont effectuées auprès du laboratoire de microbiologie de la station de traitement de Bouhanifia. L'échantillon d'eau à analyser est sélectionné selon le niveau probable de contamination de chaque site.

2. Résultats et discussion

A cause des activités de développement qui ne cessent de s'étendre, et qui souvent surexploitent et polluent les ressources en eau limitées de la planète, la rareté de l'eau et la contamination de l'eau sont devenues de grands sujets d'inquiétude au niveau mondial.

Pour que l'eau soit qualifiée de potable, elle doit satisfaire des normes relatives aux critères

organoleptiques (couleur, saveur, odeur, turbidité) physico-chimique (température, pH, **conductivité** ...etc.) et exempte de substances indésirables et toxiques (nitrate, nitrite, arsenic, plomb, hydrocarbures ...etc.).

Pour chaque paramètre, des valeurs limites à ne pas dépasser sont établies ; le fait qu'une eau soit potable ne signifie pas qu'elle soit exempte d'agent pathogène mais que leur teneur a été jugée insuffisante pour déclencher une maladie.

Le pH est un paramètre qui caractérise un grand nombre d'équilibres physico-chimiques et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau [16]. Sa valeur varie de l'eau brute à l'eau traitée, on a enregistré un pH max, l'également alcalin pour l'eau brute qui est de 8.23 au mois de février, une chute de pH pour l'eau traitée par rapport à l'eau brute qui est interprétée par l'ajout des produits de traitement notamment le sulfate d'aluminium (Figure 1).

La température influence directement la réaction de dissolution de l'oxygène dans l'eau: plus l'eau est froide, plus la dissolution est

importante. La température influence également les processus respiratoires, le développement et la reproduction des organismes aquatiques.

La température de l'eau a été entre 10°C et 15°C au mois de janvier et février ; puis augmente à 20°C le mois d'avril (Figure 1). Ce paramètre a une grande importance dans l'étude et la surveillance des eaux soit sous terrains ou superficielles, elle joue un rôle primordiale dans la vitesse des réactions chimique (coagulation –floculation).

La teneur en oxygène commande fortement la vie aquatique et dépend principalement de la température de l'eau et de son régime d'écoulement (fluvial ou torrentiel). On considère que celle-ci est, d'un point de vue des fonctions biologiques, perturbée dès que le taux de saturation est inférieur à 75%. De plus, le processus de dégradation des matières organiques et de l'ammoniaque par autoépuration naturelle nécessite une teneur suffisante en oxygène dissous [11].

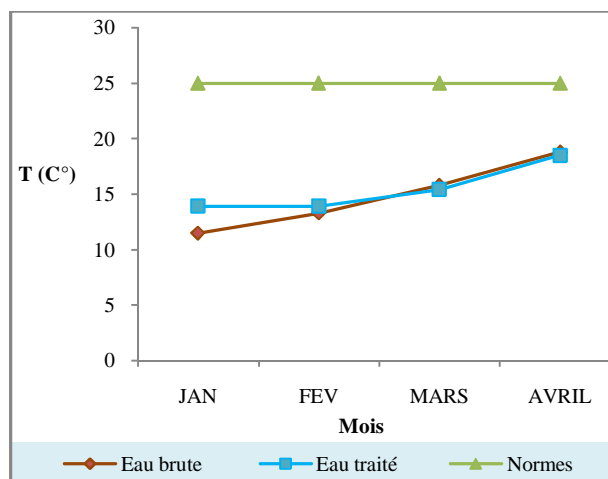
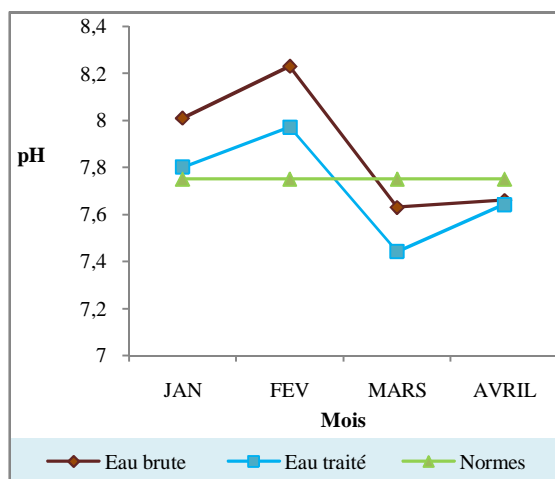


Figure 1: Evolution de pH et la température des eaux brutes et traitées.

La turbidité désigne la teneur d'un fluide en matières qui le troublent. Dans les cours d'eau elle est généralement causée par des matières en suspension et des particules colloïdales qui absorbent, diffusent et/ou réfléchissent la lumière [12].

Selon les résultats obtenus pour l'eau brute nous avons enregistré une variation d'un mois à un autre avec un max de 14 NTU (Février) causée par les intempéries, le traitement à différents produits permet de produire une eau limpide avec une turbidité qui est conforme aux normes ≤ 5 NTU (Figure 2).

La conductivité électrique renseigne sur le degré de minéralisation d'une eau, c'est-à-dire qu'elle traduit la présence d'ions dans l'eau brute [12]. La valeur enregistrée de la conductivité pour l'eau brute et traitée nous permet de décider la concentration où la quantité en sels dessous. La conductivité a été moins que les normes durant cette période

(1500 à 2000 $\mu\text{s}/\text{cm}$), mais aucun changement significatif n'a été remarqué durant l'année selon la station (Figure 2).

L'ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel [13].

Une concentration significative a été enregistrée pour l'eau brute en mois de mars, l'ammonium est traduit par une dégradation incomplète de la matière organique, le traitement par le chlore ou ces dérivés (chloration et post chloration) à réduire cette concentration à une valeur qui est inférieure au CMA (Concentration Maximal Admissible qui 0,5 mg/l) (Figure 3).

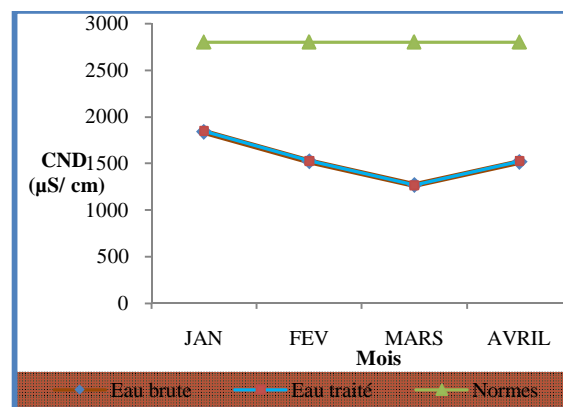
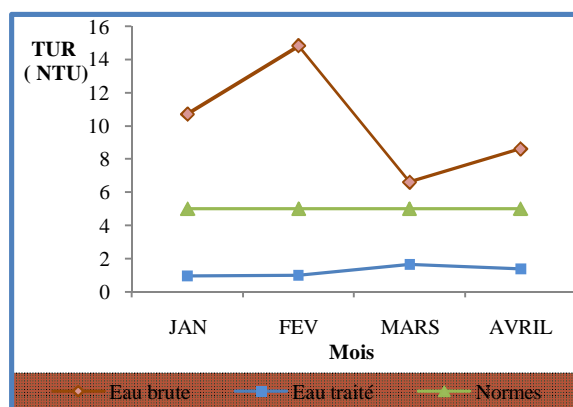


Figure 2: Evolution de turbidité et la conductivité des eaux brutes et traitées.

Nitrite est le premier résultat de la dégradation des organismes végétaux et animaux en milieu aqueux. Très toxique, il est rapidement et naturellement oxydé en ion nitrate. Il est

présent à l'état naturel partout dans l'environnement [14].

Les valeurs de nitrites obtenus après traitement pendant les quatre mois d'étude sont

acceptables par rapport aux normes Algérienne, et généralement les concentrations de nitrite

dans la plupart des réserves d'eau sont très faibles (Figure 3).

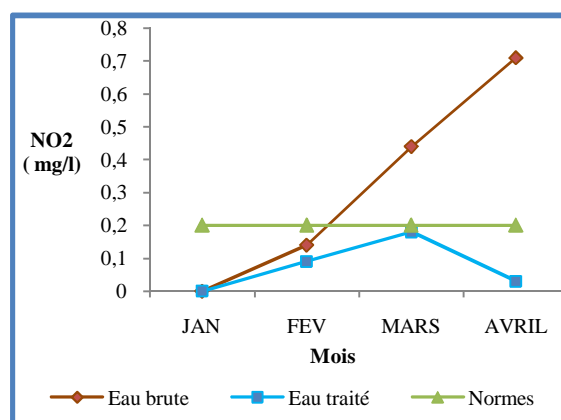
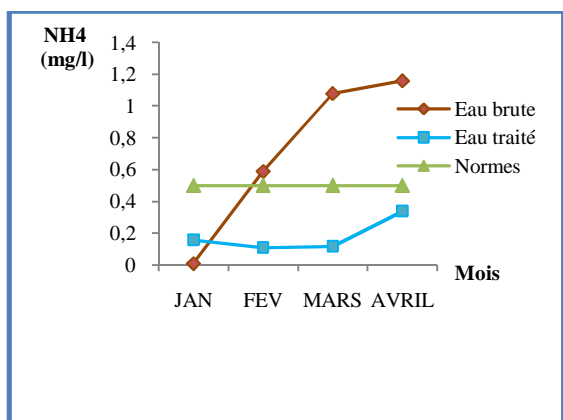


Figure 3: Evolution d'ammonium et nitrites des eaux brutes et traitées.

Des concentrations élevées d'azote dans l'eau, combinées à la présence de phosphore peuvent occasionner une prolifération de plantes et d'algues, qui réduisent la teneur en oxygène, parfois jusqu'à une teneur létale. Dans certains cas, la prolifération d'algues entraîne la production de toxines, qui peuvent nuire à la santé des organismes aquatiques ou des humains qui les consomment [15].

Aucune anomalie n'a été enregistrée pour le taux en nitrate (No^{3-}), les deux résultats sont inférieurs aux normes ≤ 50 mg/l (Figure 4).

Plusieurs études ont trouvé que les nitrates de l'eau augmentent le risque de certains cancers, d'autres études ont conclu qu'ils n'ont pas d'influence. En fait, la toxicité des nitrates varie selon l'environnement dans lequel ils sont métabolisés [14].

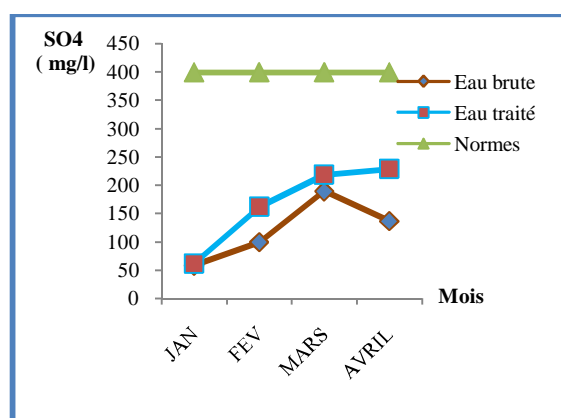
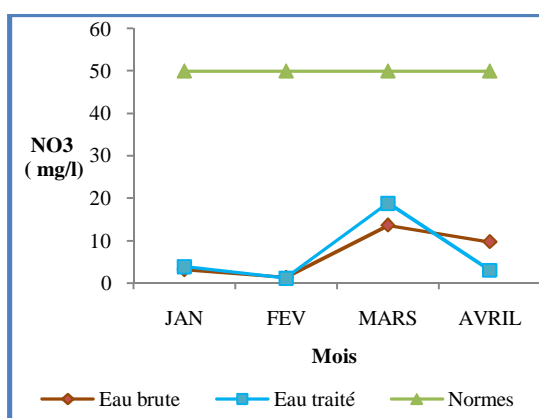


Figure 4: Evolution du nitrate et sulfates des eaux brutes et traitées.

Les sulfates, composés naturels des eaux, les ions sulfates (SO_4^{4-}) sont liés aux cations majeurs : calcium, magnésium et sodium.

Ils peuvent néanmoins être réduits en sulfure, volatilisés dans l'air en hydrogène sulfure (H_2S), précipités en sel insoluble ou assimilés par des organismes vivants [14].

L'eau brute entrée dans le barrage avec une concentration en sulfate variante, le traitement par le sulfate d'ammonium donne à l'eau traitée un taux élevé par rapport à l'eau brute, cette élévation peut être expliquée par les sulfates résiduels. Selon les résultats obtenus le taux de sulfates des eaux brutes et traitées a été inférieur aux normes 100 à 250 mg/l (Figure 4). Le taux en phosphore d'après les résultats d'analyses pour les deux eaux (brute et traitée) est inférieur à la norme, une concentration

maximale a été signalée pour l'eau brute pendant le mois de février qui est de 0.33 mg/l (Figure 5).

La présence de phosphate dans l'eau favorise la prolifération des algues au ouvrage hydrauliques, les derniers peuvent franchir les stades de traitement jusqu'aux filtres et affecte l'aspect esthétique de l'eau par la couleur verte sur les ouvrages de traitement [16].

La présence du fer dans l'eau provient principalement : du lessivage des sols, avec dissolution des roches et minerais, des rejets industriels, de la corrosion des canalisations métalliques, et de l'utilisation de sels ferriques comme coagulants. Tous les résultats pour l'eau brute et traitée sont des concentrations inférieures à la norme qui est 0,3mg/l (Figure 5).

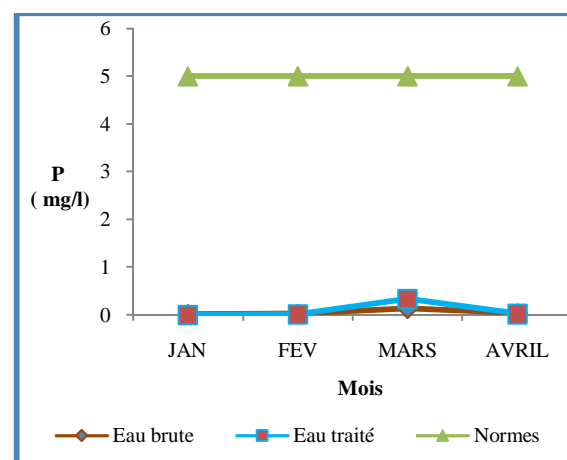
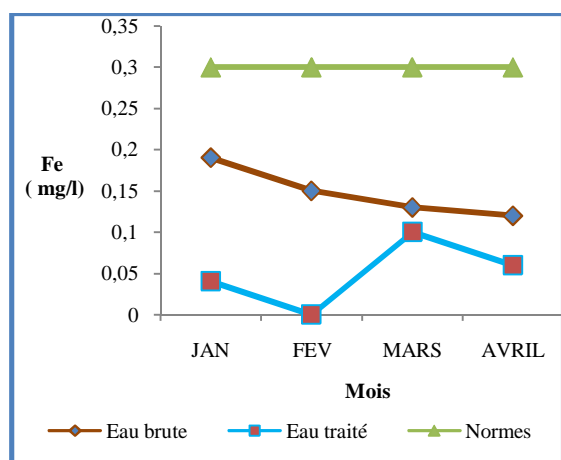


Figure 5: Evolution du phosphore et le fer total des eaux brutes et traitées.

La matière organique susceptible d'être rencontrée dans les eaux brutes de surface ; causée par les produits de décomposition animales et végétales sous l'influence des micro-organismes [16].

Les résultats d'analyses nous montrent que l'eau brute à des concentrations supérieures à celle de l'eau traitée (3 mg/l à 5 mg/l), le

traitement par les différents produits nous a aboutis à des résultats fiables conformes aux normes (Figure 6).

Le TH est une mesure globale de la concentration en ions Ca^{++} et mg^{++} , les résultats obtenus sont variables d'un mois à un autre, mais nous informons que cette eau est dure

(eau brute et traitée), une dureté qui est

supérieure à 30 mg/l (Figure 6).

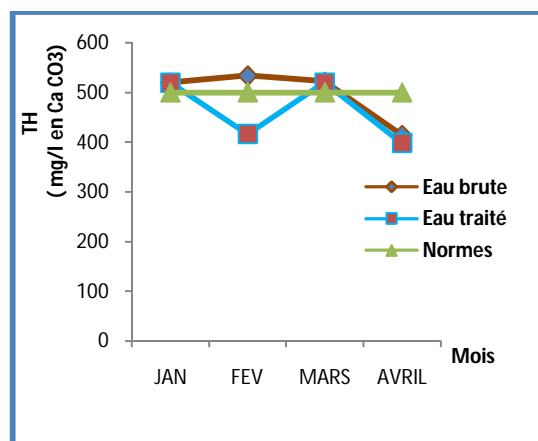
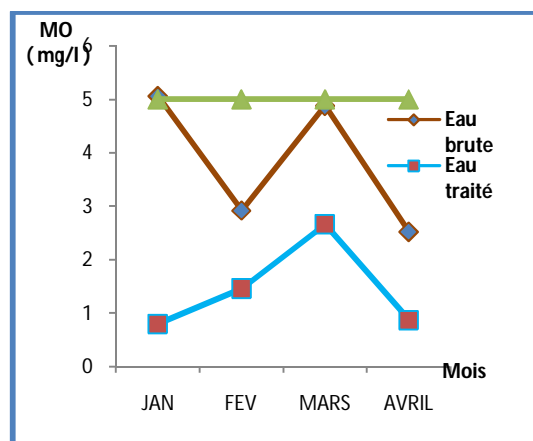


Figure 6: Evolution de la matière organique et la dureté des eaux brutes et des eaux traitées.

Les résultats obtenus pour les chlorures nous montrent que l'eau traitée présente une concentration supérieure à celle de l'eau brute à cause de la désinfection par l'hypochlorite de sodium 200 à 300 mg/l (Figure 7). Une partie de ce produit transformé en chlorures Cl^- , et aussi la perchloration conduit à la formation des ions chlorure Cl^- [17].

L'eau brute entrée véhicule une charge en M.E.S variable (Figure 7) suivant le changement climatique notamment les intempéries (vent et pluies), le procès de traitement (décantation primaire au déboureur et coagulation floculation réduits cette charge en M.E.S à une valeur négligeable [15].

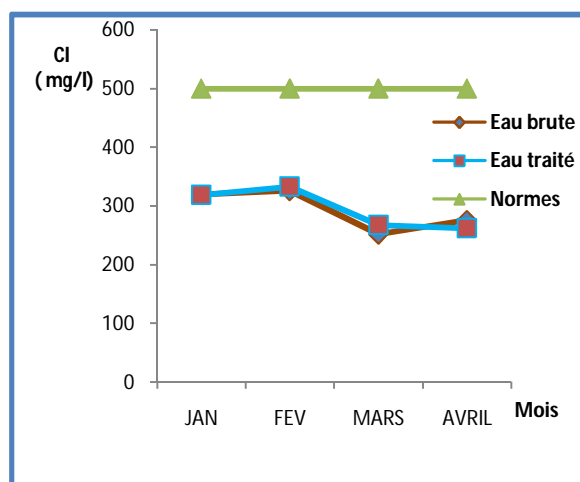
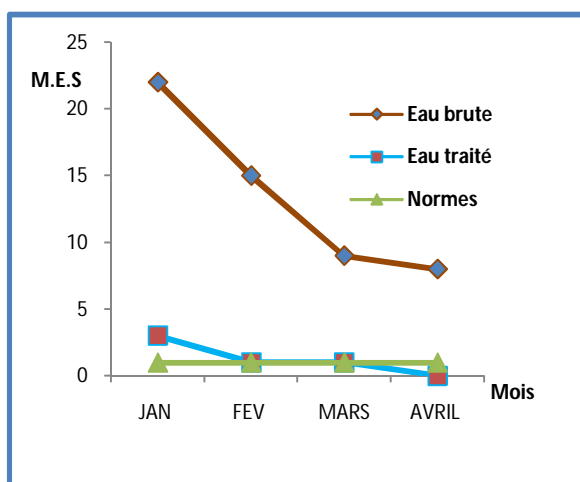


Figure 7: Evolution de chlorure et de M.E.S des eaux brutes et traitées.

L'utilisation d'hypochlorite comme désinfectant donne à l'eau traitée une réserve bactériostatique et virulicide en chlore sous forme d'un chlore libre ou résiduel, c'est à-dire le chlore rester après usage sont conforme aux normes de potabilité qui sont de 0.2 mg/l à 1 mg/l [15, 17]. La quantité de chlore nécessaire dépendra de la nature des composés à détruire et de leur concentration. Suivant les formes qu'il adopte, le chlore est plus ou moins actif :

une concentration de 1/10 de chlore actif (HOCl) permettra de détruire 99% des bactéries témoins telles que *E. coli* en moins de 2 minutes de temps de contact, alors qu'un temps de contact de 100 minutes sera nécessaire en présence de ClO^- (Figure 8). Le chlorure résiduel doit être inférieur à 0.5 mg/l. Il est recommandé de viser la valeur la plus faible possible, sans toutefois compromettre la désinfection [18].

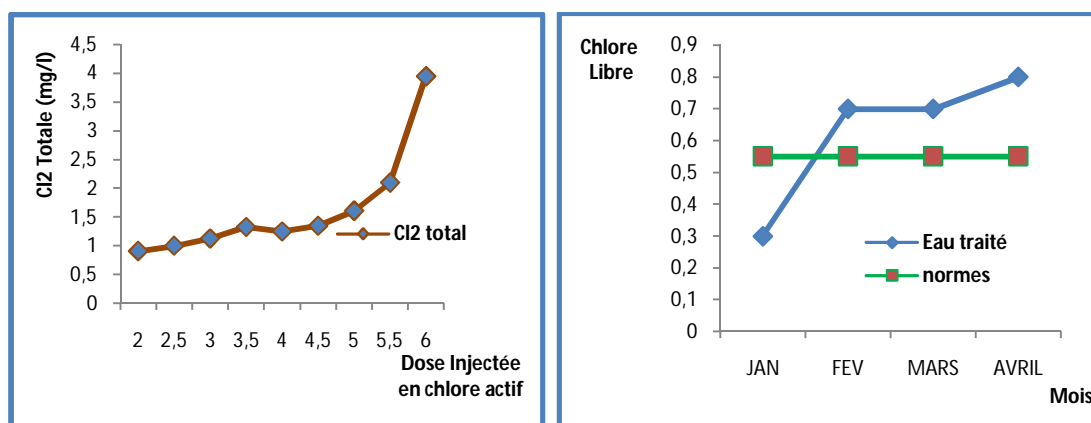


Figure 8: Evolution de chlore libre, chlore total 1 et de chlore total 2 des eaux traitées.

Sur le plan bactériologique, la recherche des germes totaux, Coliformes et des Streptocoques fécaux dans les échantillons d'eau traitée s'avère négative.

Les analyses des eaux brutes montrent la présence des coliformes fécaux et coliformes totaux mais avec un nombre réduit pendant la période d'étude (Tableau 1).

Ces résultats expliqués par la présence naturelle de certains microorganismes qui favorise la

décomposition de la matière organique et le recyclage des éléments nutritifs essentiels au maintien des organismes aquatiques et de la chaîne trophique. Par contre, d'autres microorganismes proviennent des déjections d'origine animale et humaine peuvent causer des maladies importantes chez les humains, dont des gastro-entérites et des infections cutanées comme les coliformes fécaux [19, 20].

Tableau : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau potable et traitée.

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril
	<i>Coliformes totaux (UFC/100 ml)</i>			
L'eau potable	< 10	< 10	< 10	< 10
L'eau traitée	00	00	00	00
	<i>Coliformes fécaux (UFC/100 ml)</i>			
L'eau potable	>300	>300	24	>300
L'eau traitée	00	00	00	00
	<i>Streptocoques fécaux (UFC/100 ml)</i>			
L'eau potable	00	00	00	00
L'eau traitée	00	00	00	00

Malgré l'existence d'une contamination bactériologique d'origine fécale issue des animaux qui vivent et pâturent à proximité du barrage, elle reste toujours faible selon les normes algériennes, fixant les valeurs limites des paramètres bactériologique des eaux destinées à l'irrigation.

Les teneurs des paramètres étudiés des eaux traitées pour la potabilité sont toujours inférieurs aux valeurs maximales admissibles et conformes aux normes Algérienne et aux recommandations de l'OMS.

Conclusion

Les eaux traitées par la station de Bouhanifia présentent des valeurs des paramètres physico-chimiques et bactériologiques conformes aux normes algériennes de potabilité donc acceptables pour l'alimentation humaine et l'irrigation.

Suggestion

Pour plus de sécurité nous suggérons à ce que la station soit équipée d'un bâtiment de dosage de charbon actif qui jouera un rôle dans l'efficacité du traitement à cause de son pouvoir adsorbant élevé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Semari K., Benayed L., Chergui M., Alam B. 2012. État des ressources hydriques de la wilaya de Mascara (Algérie). TSM numéro 11 - 2012 - 107^e année, pp 71-80.
- [2] Labiod Z., Remini B., Belardj M. 2004. Traitement de la vase du barrage de Bouhanifia en vue de sa valorization. Larhyss Journal. 3:7-12.
- [3] Nichane M., Khelil M.A. 2014. Changements climatiques et ressources en eau en Algérie: vulnérabilité, impact et stratégie d'adaptation. Revue des BioRessources, Vol 4 n° 2.
- [4] Bouchetata TB. 2006. Analyse des agro-systèmes en zone tellienne et conception d'une base de données Mascara-Algérie. Thèse de Master of Science-n° 80, Institut agronomique méditerranéen de Montpellier, pp 162.
- [5] Djellouli R., Hamel L., Chadli A., Latreche A., Mesri N. 2007. Analyse et évaluation des ressources hydriques dans la wilaya de Mascara. Revue des Energies Renouvelables ICRESD-07 Tlemcen, pp 35-40.
- [6] Ouadja A., 2012. Perte de capacité dans les barrages Algériens cas d'études (Barrages de : Gargar-Bouhanifia-Ouizert-Foum El Gherza), Mémoire du magister.
- [7] Rodier J. 1996. L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, chimie, physicochimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Paris (France), Dunod, pp 1384.
- [8] Tandia CT. 2007. Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques. CREPA, pp 42.
- [9] AFNOR 1985. Recueil des normes françaises des eaux, méthodes d'essais, AFNOR. 2^{ème} édition, Paris.
- [10] Rodier J. 1984. Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7^{ème} édition, DUNOD Paris, pp 1365.
- [11] Guergazi S., Achour S. 2005. Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra. Pratique de la chloration. Larhyss Journal. 4:119-127.
- [12] Volk C., Joret J. 1994. "Paramètres prédictifs de l'apparition des coliformes dans les réseaux de distribution d'eau Alimentaire". Revue des Sciences de l'eau. 7(2):131-152.
- [13] 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, Algérie, pp 231.
- [14] Rodier J. 1984. Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7^{ème} édition, DUNOD Paris, pp 1365.
- [15] Ahonon A. 2011. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface sans les zones montagneuses du Sud-ouest du Togo: Cas du canton de Lavie. Thèse De Master International En Environnement Eau et Santé .Université De Lome, pp 42.

- [16] Coulibaly K. 2005. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako. Thèse de Doctorat en Pharmacie (Diplôme d'Etat). Université de Bamako, pp 69.
- [17] Ghazali D., Zaid A. 2012. Caractérisation physico-chimique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région de Meknès). Science Lib Editions Mersenne. 4(120106):13.
- [18] Organisation Mondiale de la Santé 2013. Progrès en matière d'alimentation en eau et d'assainissement: Rapport 2013.
- [19] Garcia A. 2006. Etude de la dynamique des *Escherichia coli* dans les rivières du bassin de la Seine. Thèse Doctorat, Université Libre de Bruxelles, pp 15-16.
- [20] Attab S. 2011. Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration Haoud Berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local. Thèse de Magister en Biologie. Université Kasdi Merbah-Ouargla, pp 152.