

## **LUTTE CONTRE LA DEGRADATION DE LA QUALITE DES EAUX DE BOISSON AU NIVEAU DU RESEAU DE DISTRIBUTION. CAS DE LA SOURCE AIN SKHOUNA DE SID ALI BEN YOUB (W. DE SIDI BEL ABBES).**

**Zineddine B\*., Mehdadi Z\*., Benhassaini H\*., Hamel L\***

*\* Laboratoire de Biotoxicologie, Département des Sciences de l'Environnement, Université Djillali Liabès de Sidi bel Abbès.*

### **RESUME**

Pour être potable, l'eau doit être conforme aux normes strictes définies par l'organisation mondiale de la santé (O.M.S.) et le ministère de la santé, en vertu des textes en vigueur. Elle doit obéir à deux conditions essentielles : - ne pas contenir de microbes ou de virus susceptibles de provoquer des maladies. - ne pas présenter de concentrations de substances indésirables supérieures aux normes établies. La volonté légitime de développement des pays du Sud dont fait partie l'Algérie s'est en revanche rarement accompagnée d'un souci de protection de l'environnement et de sa composante, souvent par manque de moyens techniques et financiers. Or, aux cours des dernières décennies, notre pays a connu une croissance démographique importante et s'est fortement urbanisé, souvent de manière anarchique. La situation est donc le plus souvent dramatique car les pollutions sont très importantes et les infrastructures de traitement des eaux d'alimentation ou de dépollution des eaux usées le plus souvent inexistantes. Notre travail s'inscrit dans un cadre de lutte contre la dégradation de la qualité des eaux de boisson dans le réseau de distribution de la commune de Sid i Ali Ben Youb (wilaya de Sidi Bel Abbès). En effet, nous avons constaté une prolifération de bactéries sur de la matière organique dissoute dans tout le réseau de distribution qui conduit inévitablement à des modifications des caractéristiques physico-chimiques et biologiques de l'eau ; notamment par la corrosion des conduites et l'apparition de goût et d'odeurs désagréables.

Dans ce contexte, et dans un but d'améliorer la qualité des eaux, nous avons réalisé une étude sur le suivi de la qualité des eaux dans le réseau de distribution et nous nous sommes fixé comme objectifs de :

- suivre l'évolution du taux du Chlore résiduel
- estimer l'efficacité du traitement
- suivre l'évolution de la qualité des eaux de consommation de la source au consommateur tant sur le plan bactériologique que physico-chimique..

**Mots clés :** Source Ain Skhouna, bactériologie, physico-chimie, chlore résiduel.

## INTRODUCTION

L'eau destinée à la consommation doit subir un traitement pour l'élimination des contaminants de tout type. L'un des procédés le plus utilisé dans le traitement et la désinfection des eaux de boisson est l'utilisation du chlore et ses différentes combinaisons qui semblent très efficaces dans la destruction des germes [1]. Malheureusement, nous assistons dans certains cas à une prolifération de microbes et de substances polluantes de nature chimique et ce malgré une chloration des eaux. En effet, le chlore peut réagir avec les matières végétales et animales en décomposition et former des substances nocives comme les trihalométhanes lorsque le réseau de distribution en eau potable est vétuste [2].

L'eau qui nous est fournie est-elle en conformité avec les normes internationales ? tenir compte uniquement de la chloration est-il suffisant ? Y'a-t-il des risques sur la santé des consommateurs par l'apport excessif du chlore dans la désinfection des eaux ? autant de questions qui nous ont poussé à entreprendre un travail ayant pour objectifs de mettre en évidence l'efficacité ou non des traitements utilisés autour de la source Ain Skhouna l'une des plus importantes de la région de Sidi Bel Abbès et le réseau de distribution de Sidi Ali Benyoub (Wilaya de Sidi Bel Abbès). Ce travail s'articule autour d'analyses physico-chimiques (pH, température, dureté et chlore) et bactériologiques notamment celles en relation avec la détermination de Coliformes, des Streptocoques, des Salmonelles et des Clostridium sulfito-réducteurs.

## 1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La wilaya de Sidi Bel Abbès se caractérise par un réseau hydrographique peu développé constitué de deux bassins qui sont presque à sec pendant la période estivale.

La croissance démographique, le développement socio-économique et la sécheresse de ces dernières années ont fortement perturbés la disponibilité et la distribution de cette ressource.

La source Ain Skhouna objet de notre étude est située à une trentaine de kilomètres du chef-lieu de la wilaya. C'est une source captée à ciel ouvert entourée par un périmètre de protection. Elle assure un débit de 110l /s. L'ambiance climatique de la région est de type semi-aride avec des températures maximales qui avoisinent les 37°C et une période sèche qui s'étale sur plus de 6 mois.

## **2. MATERIEL ET METHODES**

### **2.1 MATERIEL**

Sur une période de 7 mois (janvier-juillet 2004), nous avons effectué 3 prélèvements hebdomadaires au niveau de la source Ain Skhouna et chez différents consommateurs de la commune de Sidi Ali Benyoub. Certaines règles ont été suivies durant nos essais à savoir :

- utilisation d'un matériel de prélèvement stérile (flacons, bouteilles...)
- étiquetage de notre matériel (lieu et date de prélèvement, )
- respect de la durée de transport
- moyens de stockage des eaux prélevées

### **2.2 Méthodes**

#### **2.2.1 Analyses physico-chimiques**

- Les mesures de la température et du pH ont été faites sur terrain à l'aide de thermomètre et de pH mètre portables.
- Le chlore résiduel libre est révélé par l'utilisation du réactif D.PD.(Diethyle phényle diamine) et d'un comparateur colorimétrique.
- Les chlorures sont dosées en milieu neutre par une solution titrée de nitrates d'argent en présence de chromate de potassium.
- La détermination des nitrates a été faite par la présence du salicyte de sodium. En présence du salicyte de sodium dans un échantillon d'eau à analyser les nitrates produisent du para-mitrasalicyte de sodium coloré qui est susceptible d'être doser par la méthode colorimétrique.
- Les nitrites sont dosés par l'utilisation du réactif de Kovaks.

#### **2.2.2 Analyses bactériologiques**

Nous avons effectué différents types d'analyses bactériologiques des eaux de la source. Nous avons également analysé les eaux prélevées chez 5 habitants de la commune de Sidi Ali Benyoub. Ces consommateurs ont été choisis en fonction de la distance qui sépare leurs domiciles de la source. Dans notre échantillonnage, nous avons respecté une distance de 800 mètres entre la source et entre chaque consommateur dans le but d'homogénéiser notre échantillonnage et d'obtenir des résultats les plus fiables possibles.

Nous avons recherché et dénombré les coliformes par l'utilisation du B.C.P.L. double et simple concentré. La confirmation des *Escherichia coli* a été faite par le réactif de Kovaks.

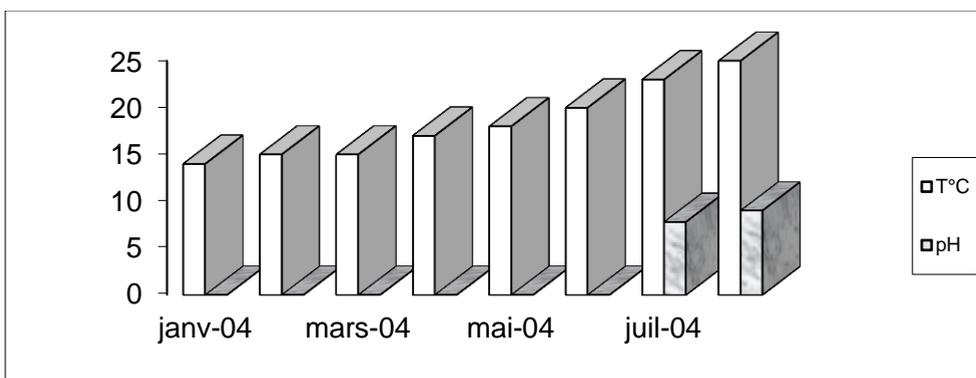
Les Streptocoques totaux ont été mis en évidence par le milieu de Rothe. Les Streptocoques fécaux ont été révélés par l'éthyle violet acide de sodium (E.V.A.). Les *Clostridium sulfito-réducteurs* nécessitent la présence d'un milieu spécifique Viande-foie (V.F) en présence d'alun de fer et du sulfite de sodium.

Pour les salmonelles, le protocole expérimental nécessite un milieu Hektoen avec plusieurs étapes

### 3. RESULTATS

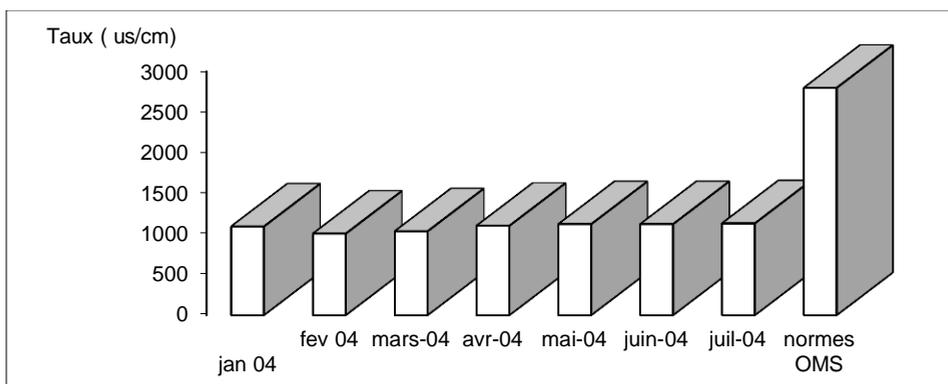
#### 3.1 Résultats physico-chimiques au niveau de la source.

Les résultats relatifs à la physico-chimie des eaux de la source Ain Skhouna sont en conformité avec les normes préconisées par l'organisation mondiale de la santé 3. Les températures et pH des eaux de la source (Figure 1) varie dans un intervalle admissible. Ainsi, les températures élevées coïncident avec les valeurs les plus importantes en pH en particulier aux mois de juin et de juillet.



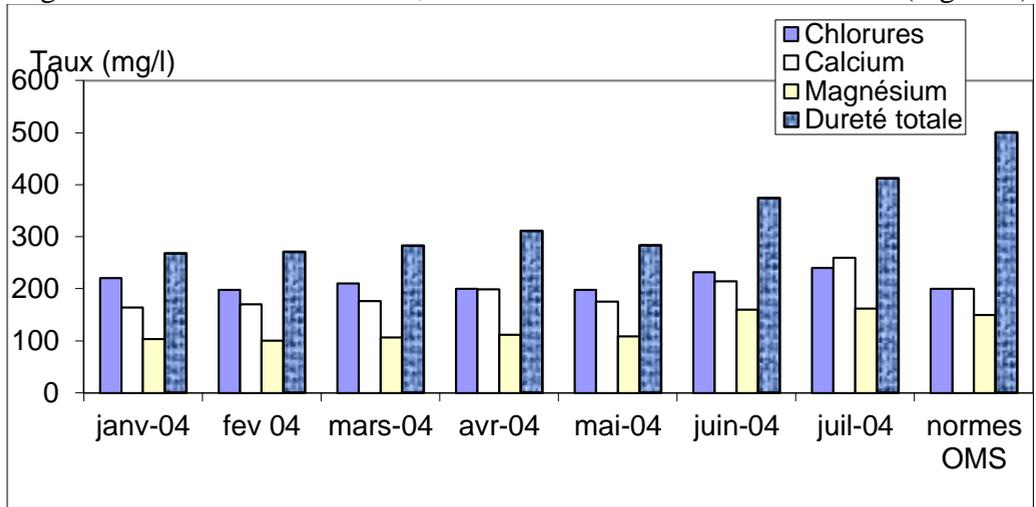
**Fig. 1** Evolution saisonnière de la moyenne des températures et du pH des eaux de la source Ain Skhouna

La conductivité des eaux est évaluée dans un intervalle compris entre 1000 et 1150 (Figure2). Nos résultats sont conformes aux normes.



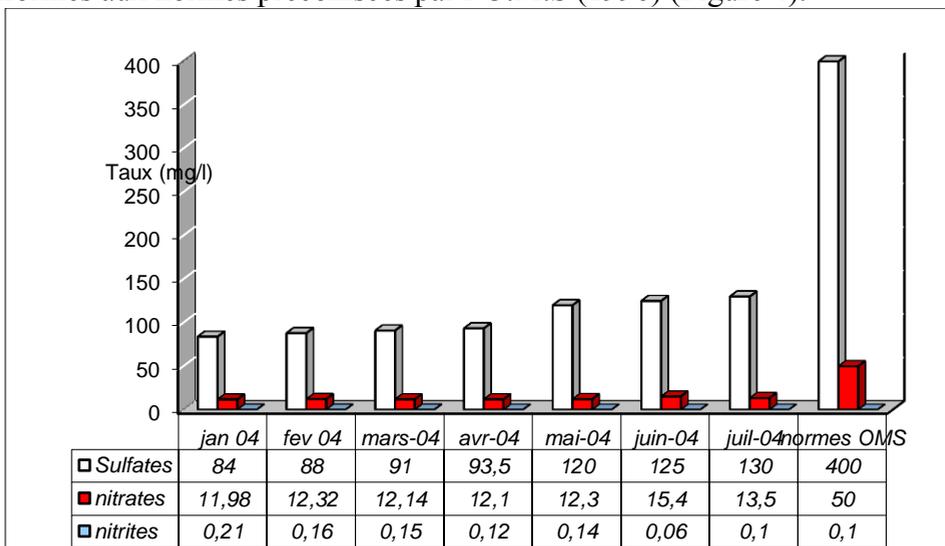
**Fig. 2** Evolution de la conductivité moyenne des eaux de la source Ain Skhouna

Le dosage des chlorures a révélé des valeurs importantes en janvier, en juin et en juillet dépassant légèrement les normes préconisées par l'organisation mondiale de la santé (O.M.S.). Par contre, le dosage du calcium au mois de juillet a révélé des valeurs supérieures aux normes. Pour ce qui est du magnésium et de la dureté totale, toutes nos résultats sont admissibles (Figure 3).



**Fig. 3** Evolution des taux moyens en chlorure, en calcium, en magnésium et en dureté totale des eaux de la source

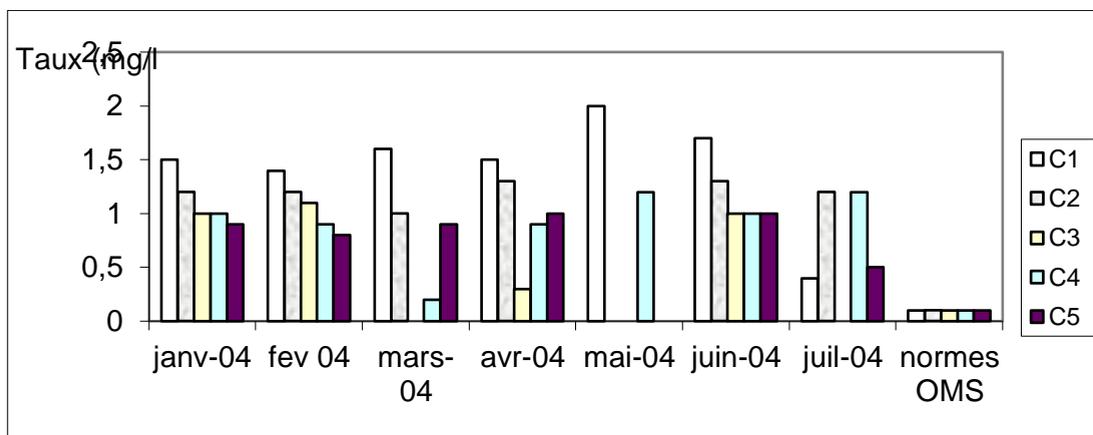
Les résultats relatifs aux dosages des sulfates, des nitrates et des nitrites sont conformes aux normes préconisées par l'O.M.S (1996) (Figure 4).



**Fig. 4** Evolution des sulfates, nitrates et nitrites

### 3.2 Résultats physico-chimiques chez les consommateurs

Les résultats obtenus chez certains habitants alimentés par les eaux de la source Ain Skhouna montrent et ce malgré la bonne qualité de ces eaux au niveau de la source certaines modifications dans le réseau de distribution peuvent nuire à la santé des consommateurs. Ceci est démontré par les résultats du chlore résiduel (Figure 5). En effet, les valeurs du taux du chlore résiduel libre sont soit supérieures aux normes (> 0.1mg/l) soit inférieures chez tous les consommateurs ce qui nuit à la qualité organoleptique de l'eau. Nous observons chez le consommateur 3 au mois de mars et chez les consommateurs 2,3,5 au mois de juin et enfin, chez le consommateur 3 au mois de juillet que les valeurs du chlore résiduel libre s'annulent. Ceci a pour conséquence une prolifération des microorganismes.



**Fig. 5** Evolution du taux moyen de chlore résiduel libre des eaux de boisson de Sidi Ali Ben Youb (C : Consommateur)

Les différents paramètres physico-chimiques analysés chez les 5 consommateurs pris en compte dans notre étude sont en majorité conformes aux normes à l'exception des nitrites et du magnésium qui sont légèrement au dessus des normes (tableau 1). Nous avons obtenu chez tous ces habitants des résultats similaires et nous avons juger utile de les représenter un tableau récapitulatif moyen.

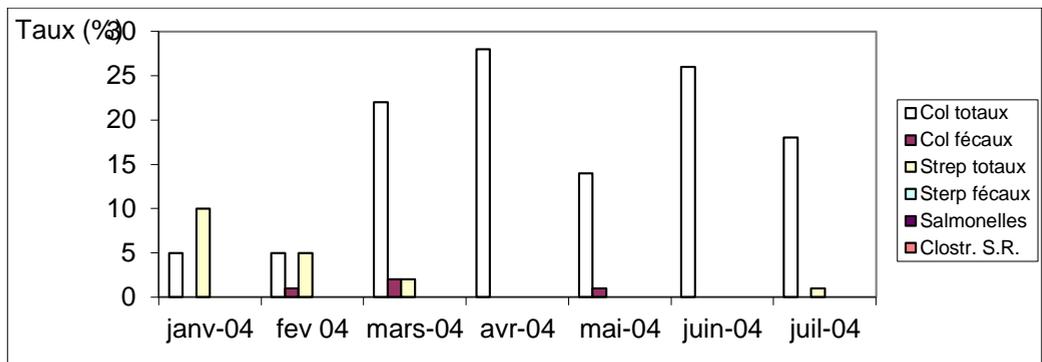
**Tableau 1** Caractéristiques physico-chimiques des eaux de boisson distribuées dans la commune de Sidi Ali Ben Youb

Paramètres	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juil	normes O.M.S.(1998)
Température	13	14	14	14	15	19	22	< 25°C
PH	7.5	7.8	7.7	7.5	8.2	8.3	8.7	6.5-8.5
Conductivité	1065	1097	1005	1008	1065	1042	1120	2800 us/cm
Chlorures	218	254	251	214	231	236	265	200-500 mg/l
Calcium	121	117	110.6	110.4	121	132.2	260	75-200 mg/l
Magnésium	105	106	102	104.2	105.4	158.4	185.2	150 mg/l
Dureté totale	226	223	212.6	214.6	226.4	290.6	445.2	100-500 mg/l
Sulfates	90	88	96	94.5	87.9	93.3	120	100-400 mg/l
Nitrates	12.5	12.3	12.1	11.98	12.10	15.40	15.87	50 mg/l
.Nitrites	0.15	0.16	0.12	0.14	0.12	0.09	0.2	0.1 mg/l

### 3.3 Résultats bactériologiques.

#### 3.3.1 Résultats bactériologiques de la source

Les résultats relatifs à la bactériologie des eaux de la source sont en conformité avec les normes O.M.S. Nous avons observé dans un intervalle admissible des coliformes (totaux et fécaux) et des streptocoques (totaux et fécaux) en particulier en février, mars, mai et juillet. Notons toutefois l'absence de germes spécifiques au niveau de la source Ain Skhouna (Figure 6)

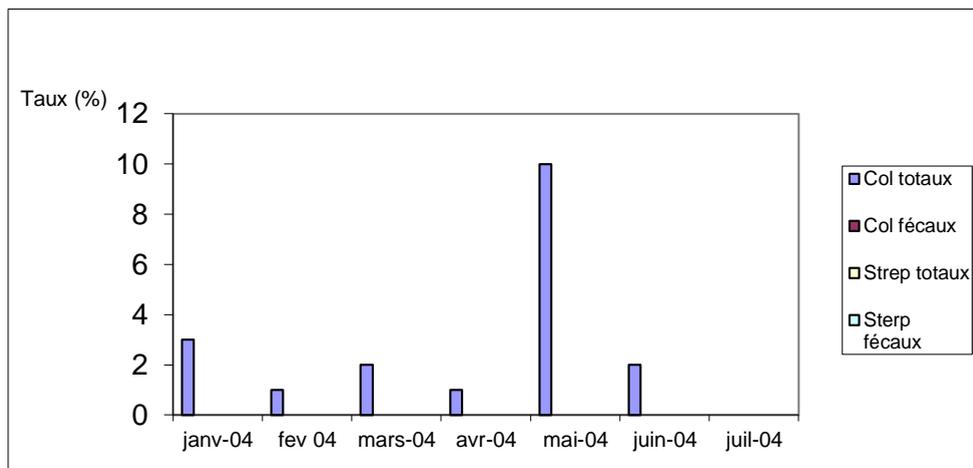


Col : Coliformes, Strep : Streptocoques, Clostr. S. R.: Clostridium sulfito-réducteurs

**Fig. 6** Evolution bactériologique des eaux de la source Ain Skhouna

#### 3.3.2 Résultats bactériologique au niveau du réseau de distribution

Tous les résultats obtenus au niveau du réseau de distribution de la commune confirment l'absence de germes spécifiques à l'exception de la présence de quelques coliformes. Ces derniers sont en conformité avec les normes préconisées.



**Fig. 7** Evolution bactérienne dans les eaux alimentant les 5 consommateurs

#### 4. DISCUSSION

A la lumière des résultats obtenus, il est important de souligner que l'eau de source de Ain Skhouna est de qualité satisfaisante tant sur le plan physico-chimique que sur le plan bactériologique. Toutefois il est important de noter qu'après traitement des eaux par le chlore dans des réservoirs de stockage, nous avons observé des modifications de certains paramètres physico-chimiques. Le chlore résiduel libre ne semble plus conforme. Les valeurs sont soit en dessous des normes ( $0\text{mg/l}$ ) chez certains consommateurs soit au-dessus ( $>1.5\text{mg/l}$ ) du seuil requis par 3 qui préconise un taux admissible de  $0.1\text{mg/l}$ . Des travaux ont été menés par plusieurs chercheurs sur les effets néfastes d'une surchloration des eaux de boisson, et tous s'accordent sur le rôle du chlore dans le cancer de la vessie. Ainsi Waller et al [4] et Butterworth et al [5] établissent le lien entre l'hyper-chloration des eaux et cancer de vessie aux U.S.A. La chloration et les dérivés de celle-ci comme les T.H.M. se sont avérés des produits cancérigènes. Au Colorado (U.S.A.), des études histologiques ont été menées. Sur 327 cas, il y'a 261 cas de cancer de vessie pour des taux de chlore résiduel entre  $2.7\text{mg/l}$  et  $4.2\text{mg/l}$  [5] et [6]. Au Canada les travaux de Contor et al (1998) [7] sur 2400 témoins, ont montré que plus de 1400 cas de cancer de vessie sont signalés à des taux  $2.1\text{mg/l}$  à  $2.8\text{mg/l}$  de chlore résiduel. En Italie les recherches de King et al (1996) [9], ont révélés la corrélation entre hyper-chloration et cancer de vessie à des taux de  $1.2\text{mg/l}$  et  $1.34\text{mg/l}$ . Tous ces travaux doivent nous interpeller quant à l'utilisation irrationnelle du chlore dans notre alimentation en eau potable et les risques encourus par les consommateurs. C'est sans aucun doute le paramètre le plus important à surveiller étant donné les valeurs que nous avons obtenus ( $> 1.5\text{mg/l}$ ).

La température de la source et du réseau de distribution a été estimée dans un intervalle admissible inférieur à 25°C. Au delà de cette valeur seuil, la prolifération microbienne est possible. Pour ce qui est du pH, l'eau de source et du consommateur est conforme à la normalisation en vigueur, cependant il y'a lieu de noter une légère augmentation dans le réseau de distribution suite à une Chloration dans les réservoirs. Nous avons également évalué la dureté totale qui semble dans l'ensemble conforme aux normes à l'exception des échantillons de juin et juillet 2004. Rodier (1978) [8], note qu'une augmentation de la dureté correspond à la présence des sels de calcium et à une moindre mesure, de sels de magnésium.

Nitrates, nitrites et sulfates dans les eaux de la source sont conformes aux normes.

Sur le plan bactériologique, nous estimons que l'eau desservie dans cette commune est satisfaisante, cependant, nous avons remarqué que pendant la période sèche, les taux en coliformes totaux et fécaux ainsi que les streptocoques totaux et fécaux tendent à augmenter et ce malgré le traitement par le chlore. Cette situation est surtout observable dans les quartiers où la canalisation est vétuste là où l'on observe même des problèmes d'infiltration.

## CONCLUSION

Les résultats de l'étude que nous avons réalisé sur les eaux de la source de Ain Skhouna (W de Sidi Bel Abbes) sont dans l'ensemble satisfaisant. Cependant il est important de souligner que la vétusté du réseau de distribution dans certains quartiers de la commune est à l'origine de certaines valeurs physico-chimiques non conformes. C'est le cas du taux de chlore résiduel qui présente des valeurs parfois supérieurs aux normes (> 0.1mg/l) dans les quartiers à proximité des aires de stockage des eaux et parfois ces valeurs s'annulent chez certains habitants situés loin des réservoirs de stockage. Dans les deux cas, nous estimons qu'il y'a risque pour la santé du consommateur. L'augmentation du taux de chlore engendre une dégradation de la qualité et de la potabilité des eaux et à long terme cette sur-chloration peut induire des problèmes de santé assez grave notamment ceux liés aux cancer de vessie. L'annulation du taux de chlore dans les eaux de consommation conduit systématiquement à une prolifération de germes pathogènes responsables de maladies à transmission hydrique.

Pour une meilleure prise en charge de la santé du consommateur, il est important de prendre des mesures pour améliorer davantage la situation de la source en question et du réseau de distribution de la commune par :

- une surveillance accrue de la source et de son environnement immédiat
- un entretien rigoureux des réservoirs et des canalisations

- un changement des canalisations vétustes
- un contrôle des degrés chlorométriques des eaux avant leur utilisation
- une élimination du chlore en excès en le neutralisant
- une sensibilisation la population devant les risques de l'hyper chloration

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] R.D.Morris; A.M. Audet 1992 ;; Chlorination by products and cancer. Am. J. Public health. 82:955-963
- [2] J. S. Reif ; M.C. Hatch 1996;:. Reroductive and developmental effects of disinfection by- products in drinking water. 104: 56-61
- [3] l'O.M.S 1996 ;; Directives de la qualité de l'eau de boisson. 2<sup>ème</sup> ed. 2:1016-1024
- [4] K. Waller; S.H.Swan; G. Dolorenze; B. Hopkins 1998;:. Trihalomethanes in drinking water and spontaneous absortion. Epidemiological journal. 9: 134-140
- [5] B.E Butterworth; R.R Conolly; K.T. Morgan 1995;:. A strategy for establishing mode of action of chemical carcinogens as a guide for approaches to rish assesments. 93: 129-149
- [6] M. Geehing; S.J Reif; J.C. Becher 1993;:. A cause control study of bladder cancer and water [1] disinfection methods in colorado. Am.J.Epidem. 138 : 492-501
- [7] K.P.Contor ; C.F. Lynch ; M.Hildesheim ; M. Dosemeci ; J. Lubin ; M. Alavanga and G.F. Craum 1998 ;; Drinking water source and chlorination by products in Iowa. Risk of bladder cancer. Epidemiology. 9: 21-38
- [8] J. Rodier 1978;:. Analyse de l'eau. Ed Dunod Paris.
- [9] W.D. King, L.D. Marret 1996;:. Case control study of bladder cancer and chlorination biproducts in treated water (Ontario, Canada). Cancer causes control. 7:594-604