

QUALITE BACTERIOLOGIQUE ET PHYSICOCHIMIQUE DE L'EAU DES PLAGES D'ANNABA

BOUDRAA WAHIBA1, KHEMIS Mohamed Dhia Elhak 1,

**BOUMAAZA Okba1, BOUSLAMA ZIHADI, MERZOUG SEYF-EDDINE2 et
HOUHAMDI MOUSSA2**

1 Université de Badji Mokhtar ; 23000 ; Annaba

2 Université du 8 mai 1945 ; 24000 ; Guelma

wahibaboudraa@yahoo.fr

Résumé

Les données disponibles sur la qualité de l'eau révèlent que la plupart des ressources en eau en Algérie sont polluées par les rejets non contrôlés des eaux usées municipales et des effluents industriels non traités; Le golfe d'Annaba, répond à ces changements, car il reçoit les apports continentaux et les rejets urbains, industriels sans traitement préalable d'une ville fortement industrialisée et urbanisée, subit les mêmes problèmes environnementaux que connaît le reste du littoral Algérien. Un plan de travail a été adopté pour une évaluation de la qualité bactériologique de l'eau des plages du golfe d'Annaba. Il consiste à réaliser des prélèvements au niveau de cinq stations, qui sont localisés dans les plages suivante: El-Kattara (Deux stations ; S1 & S2) Saint Cloud (Deux stations ; S3 et S4), et Oued Bakarat (Djenane El Bey) (S5). Les prélèvements d'eau ont été effectués durant toute l'année 2011. Suivant des méthodes standardisées, des variables ont fait l'objet d'un suivi physico-chimique, et des paramètres bactériologique. Au cours de notre étude, nous avons pu déduire que les eaux des deux plages urbaines analysées de la ville d'Annaba (El-Kettara et Saint-Cloud) sont plus polluées « à certain pourcentages » que d'autre comme la plage de Djenane El-bey. Les processus de dénombrements bactériens des eaux des plages ont montré des taux assez élevés de germes indicateurs de contamination fécale (streptocoques du groupe D, coliformes totaux et fécaux), qui témoignent des risques pour les personnes fréquentant ces plages. De façon générale on a trouvé que les eaux du littoral d'Annaba sont conformes aux normes algériennes. De ce fait, un contrôle rigoureux des eaux de ces plages doit être réalisé au cours de tout le cycle annuel et par des gens spécialisés, ce qui permettra une bonne bio surveillance de ces écosystèmes.

Mots clés : qualité bactériologique, eau, pollution.

Introduction

En Algérie, et d'après le rapport sur la gestion de la qualité de l'eau et des interventions possibles du (Mediterranean Environment Technical Assistance Program), les ressources en eau de surface provenant des précipitations annuelles, sont estimées à 12 400 millions de m³, les ressources renouvelables en eau sont actuellement de l'ordre de 665 m³/an par habitant.

On estime qu'environ 95 % des ressources en eau de surface se trouvent au Nord tandis que seulement 5 % des ressources sont au Sud.

Les milieux marins et plus spécialement les milieux côtiers sont soumis à de perpétuels changements d'origine physique, chimique et bactériologique (**Alain A et Roger K, 2004**). Le golfe d'Annaba (Extrême Nord-est de l'Algérie), répond à ces changements, car il reçoit les apports continentaux et les rejets urbains, industriels sans traitement préalable d'une ville fortement industrialisée et urbanisée (**Ayada M, 2003**).

Dans cette objectif, nous nous sommes investis dans l'exploration bactériologique et physico-chimique de l'eau des certaines plages de la ville d'Annaba et de ce fait, contribuer à l'évaluation de la qualité de l'eau des plages largement fréquentées pendant la période estivale de chaque année. Ainsi, déterminer le degré et les variations spatio-temporelles des teneurs de certains éléments chimiques aussi bien nutritifs que toxiques présents dans ces eaux ainsi que le degré de contamination fécale de ces milieux, leurs impacts directs sur l'environnement et sur la microflore aquatique.

1.Description de la zone d'étude

La cote d'Annaba (Fig.01) constitue un golfe, situé à l'extrême Est de l'Algérie, et limité par deux caps : le cap Rosa à l'Est ($36^{\circ} 68'LN, 8^{\circ} 15' LE$) et le cap de Garde à l'Ouest ($36^{\circ} 38'N, 7^{\circ} 16'E$) (**Ayada M, 2003**). la distance séparant les deux caps est d'environ 40Km. Ce plateau continental est non seulement étroit mais il est accidenté, surtout au voisinage des deux caps. Il est restreint 7,2 km au Nord du cap de Garde, puis s'élargit dans le golfe jusqu'à 23,2 km et se rétrécit légèrement à l'Est. Dans le golfe d'Annaba se jettent essentiellement deux oueds : Seybouse et Mefrag qui charrient les eaux de pluie et les eaux des rejets urbains, industriels et agricoles (**Boudraa W, Merzoug S-E, Djamaa F, Benghatti S, 2011**). La région d'Annaba est caractérisée par un climat méditerranéen, avec l'alternance d'une saison douce et humide et une saison chaude et sèche (**Boudraa W, Merzoug S-E, Djamaa F, Benghatti S, 2011**).



Figure 1. Situation géographique du golfe d'Annaba.

1. Matériel et méthodes

Pour contribuer à l'étude de l'évolution de la qualité bactériologique et physicochimique des eaux de mer du golfe d'Annaba, nous avons choisi cinq points de prélèvements, qui sont localisés dans les plages suivantes:

-Plage d'El-Kattara (deux stations ; S1 et S2)

-Plage de Saint Cloud (deux stations ; S3 et S4)

-Plage de Djenane El Bey (Oued Bakarar) (S5). Les prélèvements d'eau ont été effectués durant toute l'année 2011. Suivant des méthodes standardisées, des variables ont fait l'objet d'un suivi physico-chimique, et des paramètres microbiologique. (Fig.02).



Figure 2. Localisation des points de prélèvement.

2.1 Méthodes d'analyse bactériologiques et physicochimique de l'eau

L'étude de la variation de la population bactérienne globale, le dénombrement et la recherche des bactéries d'origine fécale et la recherche des bactéries pathogènes sont les grandes lignes des analyses bactériologiques des eaux (Guiraud J. P, 1998). Les dénombrements des coliformes totaux et fécaux) et des Streptocoques fécaux ont été effectués par la méthode de nombre le plus probable (NPP respectivement sur milieux BCPL et milieux Rothe appelée aussi Colimétrie) (Rejsek F, 2002). La recherche et le dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices ont été réalisés par la méthode par incorporation en gélose en tubes profonds (Rejsek F, 2002). De nombreuses espèces bactériennes ont été recherchées et identifiées dans l'eau des cinq stations (Fig.2), soit les staphylocoques à coagulase positive sur milieu sélectif (Chapman au mannitol à fortes concentrations en chlorure de sodium (75g.l) [(Pechère J. C , Acar J , Grenier B. et Nihoul E, 1982). (Carbonnelle D. et Kouyoumdjian S, (1998), (Labres et Mouffok F, 2008)], les *Pseudomonas aeruginosa* multi-résistantes aux antibiotiques, les *Salmonella* (Carbonnelle D. et Kouyoumdjian S, 1998). les *Shigella* [(Pechère J. C , Acar J , Grenier B. et Nihoul E, 1982), (Carbonnelle D. et Kouyoumdjian S, 1998)] et les *Vibrions cholériques* (Pilet C, 1996).

Des analyses physico-chimiques ont été aussi réalisées selon le protocole expérimental habituel (Rodier J, 1996).

Les analyses effectuées sont :

-Des paramètres mesurés in situ {la température, le pH, l'Oxygène dissous},

-D'autre sont réalisés au niveau de Laboratoire de chimie {la matière en suspension, taux des sels dissous, la variation des Nitrates, des Nitrites, Ion ammonium, Sulfates, Magnésium, la Turbidité usuelle}.

3. Résultats et discussion

3.1 Paramètres bactériologique

3.1.1 Résultats de la recherche et du dénombrement des micro-organismes

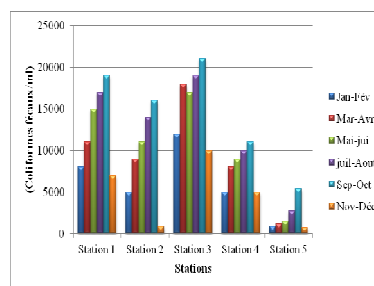
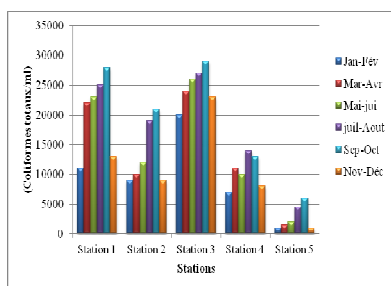


Figure 3. Estimation des coliformes totaux. Figure 4. Estimation des coliformes fécaux.

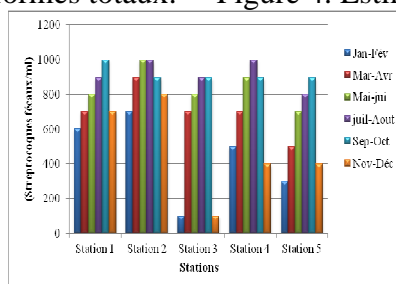


Figure 5. Estimation des streptocoques fécaux.

Pour les résultats des coliformes totaux (fig.03): Nous pouvons constater que les valeurs les plus élevées ont été enregistrées durant les trois mois du prélèvement, soit le mois de juin, juillet et août 2011 et ceci au niveau des stations (S1) et (S3). Ces taux ont atteint la valeur maximale de 300000 germes /ml. Ce qui signifie une contamination d'origine organique au niveau de ces stations. Il est à noter que ces deux points de prélèvements constituent des rejets directs dans les deux plages urbaines. La valeur la plus basse a été observée au niveau de la station (S5) durant toute la période d'étude.

Pour les coliformes fécaux (fig.04) : D'une manière générale, les résultats montrent seules les stations (S1) et (S3) ont affichées des taux de coliformes fécaux très élevés (22000 CF/ml) ce que signifie une contamination fécale.

Les résultats des streptocoques fécaux (fig.05) : Le graphique agrémentée dans la Fig.05 nous montre que les valeurs les plus élevés ont été enregistrées durant les mois de juin, juillet et aout 2011 avec comme valeur maximale les stations (S1, S2, S3) (avec 1000 bactéries/ml). Durant les mois d'avril et mai 2011, toutes les stations ont présentées des valeurs positives (700 bactéries/ml) ; se traduit par une contamination récente.

Pour les spores des ASR les résultats négatifs obtenus montrent l'absence des espèces sulfitoréductrices (*Clostridium* sp) dans toutes les stations et durant toute la période de notre étude.

-Résultats de la recherche des germes pathogènes : Absence de Pseudomonas.

3.1.2. Résultats du profil biochimique des Staphylocoques :

Les résultats des différents tests effectués sur les Staphylocoques sont représentés dans le Tableau ci-dessous (Tableau 1).

<i>Caractères</i>	<i>Colonies</i>	
<i>Aspect et Couleur</i>	<i>Rondes blanches</i>	<i>Rondes blanches</i>
<i>Aspect microscopique</i>	<i>Cocci regroupées en amas</i>	<i>Cocci regroupées en amas</i>
<i>Gram</i>	+	+
<i>Catalase</i>	+	+
<i>Mannitol</i>	+	-
<i>Coagulase</i>	-	-
<i>Nom d'espèce</i>	<i>S. saprophyticus</i>	<i>S. epidermidis</i>

Tableau 1. Résultats du profil biochimique des Staphylococcus.

3.1.3. Résultats et identification biochimique

L'étude biochimique nous a permis d'identifier des espèces bactériennes appartenant à

la famille des Enterobacteriaceae et d'autres espèces bactériennes non Enterobacteriaceae dans l'eau de mer telle que : *Salmonella choleresuis angionae*, *Aeromonas hydrophila* et *Citrobacter freundii*.

3.2 Paramètres physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques de l'eau de mer de notre étude ont montrés une grande variation des concentrations des éléments chimique, mais elles ne dépassent pas les normes. L'analyse in situ de la température dans nos sites de prélèvement durant la période d'étude (Figure 6); nous on permet d'enregistrer une valeur maximale de 29° C dans la station (S3) durant les deux mois (juillet et aout) et une valeur minimale de 15° C dans la station (S5) dans les mois (novembre et décembre), ainsi que les températures de l'eau enregistrée traduisent une qualité normale à bonne, selon la grille d'appréciation de la qualité des eaux.

Le pH des eaux salines donne une indication sur l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Du point de vue sanitaire, un pH élevé peut Provoquer un problème de corrosion, Le pH enregistré durant notre période de prélèvement d'étude varie entre (7 et 9), est considère comme normale étant donnée le pH des eaux de mer sont de nature neutre (Figure 7).

Les taux des MES sont élevés dans les mois de mai, juin et juillet ; dont le maximum a été enregistré dans la 3ème Station (Figure 8).

Les taux des TDS mesurés affichent des valeurs variant entre 4000 mg/l au niveau de la station S1et 100000 mg/l au niveau de la station S5, ce qui prouve que une minéralisation continue de ces milieux (Figure 9).

La concentration des Nitrates (NO₃) enregistré ne dépassent pas les normes d'écrites par la législation algérienne avec des taux très élevés enregistrés au niveau de la 3ème station et la 4ème station (Figure 10).

le Nitrite est Considéré comme un élément toxique, Son origine est liée aux rejets urbains et industriels,ou bien à la réduction des formes azotées (nitrates et nitrites) en conditions réduites. D'une façon générale les résultats ne dépassent pas les normes (Figure 11).

Pour les résultats d'Ammonium la 3ème station représente des taux plus élevées par rapport aux autres stations L'Ammonium : leur présence 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. Les résultats de notre étude montrent clairement que les taux les plus enlevées sont au mois de mai, juin, juillet et aout (Figure 12).

Les Sulfates Les directives de qualité pour l'eau l'OMS destinée à la consommation suggèrent que le niveau des sulfates soit inférieur à 500 mg/L. Une eau avec une teneur en sulfate très en dessus de 500mg/L peut devenir dangereuse .Les bactéries de soufre peuvent entraîner la formation de matières visqueuses de couleur sombre ou de dépôts d'oxydes métalliques provenant de la corrosion des tuyaux. Toujours les résultats des Sulfates de la 3ème station représentent des taux plus élevées par rapport aux autres stations (Figure 13).

La concentration de Magnésium la plus élevée est enregistre dans la station (S3), et dans la station (S4) durant les mois de juillet et aout (Figure 14).

La Turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Les résultats montrent que la 3ème station représente des taux plus élevées. Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension ce qui confirme les résultats bactériologiques qu'on 'a obtenu. La plupart des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité (NTU, nephelometric turbidity unit) (Figure 15).

L'Oxygène dissous : C'est un paramètre utilisé essentiellement pour les eaux de surface. Au niveau de la mer à 20°C, la concentration en oxygène en équilibre avec la pression atmosphérique est de 8,8 mg/l d'O₂ à saturation. Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables

par des micro-organismes est sous-saturée. C'est le cas des résultats représenté dans la 3^{ème} station, elles représentent des taux plus élevés atteignant 3,8 mg/l'O₂ durant les deux mois juillet, août. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène. L'oxygène dissous est donc un paramètre utile dans le diagnostic biologique du milieu eau (Figure 16).

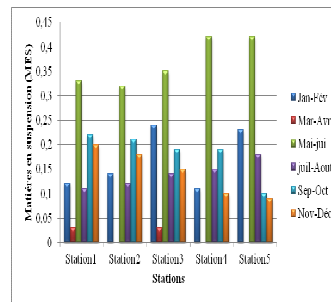
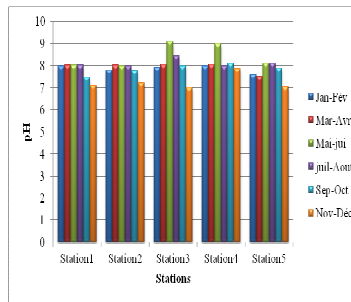
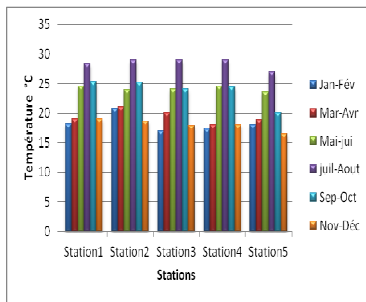


Figure 6. Variations de la température Figure 7. Variation du pH. Figure 8. Variations des MES.

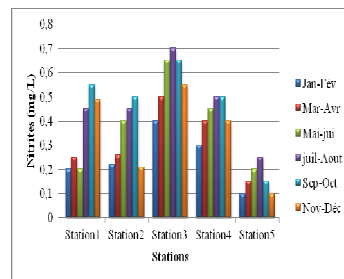
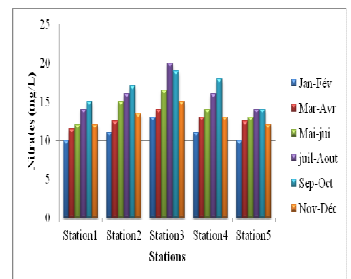
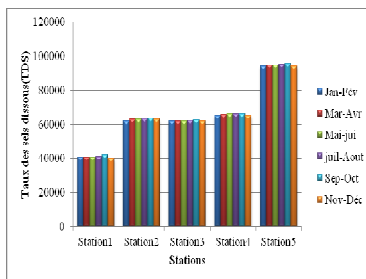


Figure 9. Variations des TDS. Figure 10. Variations des Nitrates. Figure 11. Variations des Nitrites.

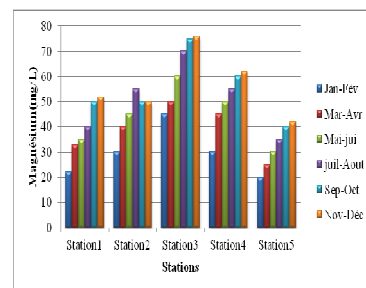
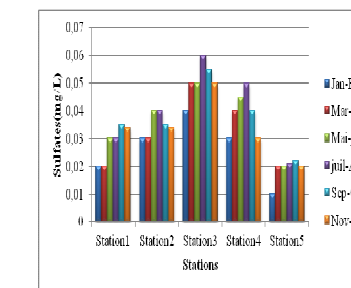
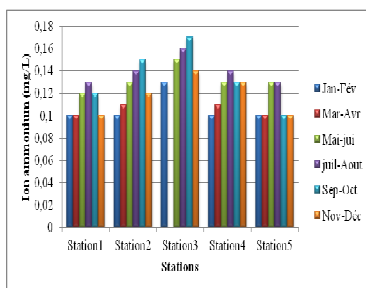


Figure 12. Variations d'ammonium. Figure 13. Variations des Sulfates. Figure 14. Variations des Mgn

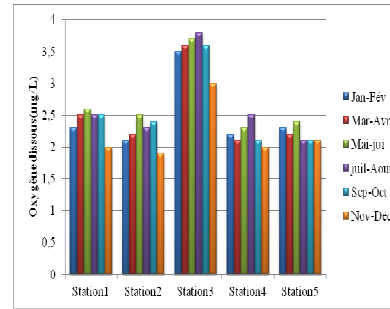
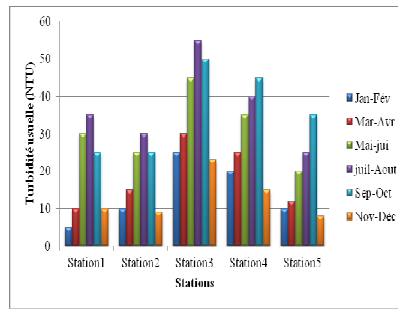


Figure 15. Variations de la Turbidité usuelle. Figure 16. Variations de l'Oxygène dissous.

Conclusion

Au cours de notre étude, bien que courte et non détaillée, nous avons pu déduire que les eaux des deux plages urbaines de la ville d'Annaba (El-Kettara et Saint-Cloud) sont plus polluées que la plage de Djenane El-bey, car elles reçoivent les eaux usées de la ville qui sont souvent déversées directement sans traitement préalable. Au niveau de ces plages, nous avons dénombré des taux assez élevés de bactéries (coliformes, coliformes fécaux et streptocoques D), qui témoignent des risques pour les personnes fréquentant ces milieux ; Au niveau de ces biotopes largement fréquentés durant la période estivale, nous avons aussi isolé un bon nombre de bactéries capables de causer des maladies et de ce fait elles peuvent constituer un fléau de santé publique tel que les Salmonella, Aeromonas, Citrobacter, Yersinia, Staphylocoque et Enterococcus. De façon générale on a trouvé aux cours de notre étude que les eaux du littoral d'Annaba sont conformes aux normes algériennes. Les résultats des analyses physicochimiques montrent que les eaux des plages étudiées conforment aux normes ; ces résultats confirment nos résultats bactériologiques. De ce fait, un contrôle rigoureux des eaux de ces plages doit être réalisé au cours de tout le cycle annuel et par des gens spécialisés, ce qui permettra une bonne biosurveillance de ces écosystèmes. L'installation d'une station d'épuration des eaux ménagères et des eaux industrielles s'impose afin d'éviter tout risque de contagion et de pollution dont les conséquences sont souvent irréversibles.

Références

Alain A. et Roger K, 2004. Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyses Quae, 336p.

Ayada M, 2003. Caractères physico-chimiques et impact des apports terrigènes et anthropiques sur la biomasse phytoplanctonique dans la baie d'Annaba. Mémoire de Magister en science de la mer. Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie, 71p (2003).

Boudraa W, Merzoug S-E, Djamaa F, Benghatti S, 2011. Contribution à l'étude de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau des plages de la ville d'Annaba. Mémoire de Master en science de la nature et de la vie. Université 8 mai 1945, Guelma, Algérie, 78p

Guiraud J. P, 1998. Microbiologie alimentaire. DUNOD. France. 652p

Rejsek F, 2002. Analyse des eaux- Aspects réglementaires et techniques, Biologie technique CRDP d'aquitaine. 358p

Pechère J. C , Acar J , Grenier B, Nihoul E, 1982. Reconnaître, comprendre et traiter les infections. 4ème édition. Edisem ST-Hyacinthe. Québec. 509p

Carbonnelle D. et Kouyoumdjian S, 1998. Bactériologie médicale techniques usuelles. Méd. Mal. Inf. 251 p

Labres et Mouffok F, 2008. Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson. Manuel des travaux pratique des eaux. Institut Pasteur d'Algérie. 53p

Pilet C, 1996. Bactériologie médicale et vétérinaire. Systématique bactérienne. Doin. 371p (1987).

Rodier J., L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, chimie, physicochimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. . 8^{ème} édition *DUNOD*.1.

Rodier J, Legube B, Merlet N, 2005. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, 1384 p.

