

## Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux littorales de la ville d'Annaba

Hidouci S., Abbas A. et Djebbar A. B.

Labo. d'Ecobiologie des Milieux Marins et Littoraux  
Dépt des Sciences de la Mer, Faculté des Sciences.  
Université Badji Mokhtar-Annaba. BP 12 Annaba 23000. Algérie  
bioannaba@yahoo.fr - abaida2000@yahoo.fr - djebbarborhane2000@yahoo.fr

### Résumé

La qualité des eaux des 8 principales plages de baignade d'Annaba a été abordée pendant les saisons estivales des années 2006 et 2007 (Juin, Juillet et Août). Nous avons quantifié mensuellement les températures, pH, salinité, saturation en O<sub>2</sub> dissous, phénols, transparence, huiles minérales, substances tensioactives, résidus goudronnés, matières flottantes et coloration. Nous avons également recherché dans les eaux, les coliformes totaux, *Escherichia coli* et les streptocoques fécaux.

Concernant les températures, elles varient 19,65 °C entre 27,65 °C avec des pH alcalins moyens de 8.30 et une salinité comprises entre 25,1 psu et 39,20 psu et des saturations en O<sub>2</sub> dissous comprises entre 80 et 120%.

En Août 2006, suite à des orages répétés la qualité des eaux de baignade a été affectée par une transparence < 1m, une couleur trouble et un taux de saturation en O<sub>2</sub> de 26,1 %.

Nous n'avons pas noté la présence de phénols, ni de mousses persistantes conséquence de substances tensioactives, ni de film graisseux superficiel indiquant la présence d'huiles minérales, ni de résidus goudronnés et matières flottantes, rencontrés sur le sable en faibles quantités.

Pour ce qui est de la coloration et la transparence de l'eau, elles sont respectivement comprises entre 1 et 2 m et claire.

Les coliformes totaux dans les eaux sont considérés comme témoins de contamination fécale ; la concentration de ces bactéries Thermotolérantes (44°C) ne dépassent pas 93bact/100mL, il en est de même pour *E. coli* dont les valeurs restent conformes aux normes algériennes.

Quant aux streptocoques fécaux ou streptocoques de type D ou entérocoques, témoins de contamination fécale, pathogènes et résistant en milieu salé, atteignent des concentrations supérieures à 1400SF/100ml alors que la valeur guide est inférieure à 100SF/mL.

Pour les étés 2006 et 2007, nous pouvons considérer que la qualité physico-chimique des eaux de baignade des principales plages d'Annaba est conforme aux normes Algériennes (JORA décret n° 93-164).

Par contre, la qualité bactériologique durant les 2 saisons (2006 et 2007) est médiocre ; un suivi continu et rigoureux est ainsi nécessaire.

**Mots-clés** : Littoral, Annaba, Bactériologie, physico-chimie, Pollution.

### Summary

The water quality of eight main swimming beaches of Annaba was discussed during the summers of 2006 and 2007 (June, July and August). We quantified monthly temperature, pH, salinity, dissolved O<sub>2</sub> saturation, phenols, transparency, mineral oils, surface active substances, asphalt residues, floatables and coloration.

We also searched in the water, total coliforms, *Escherichia coli* and fecal streptococci.

On temperature, they vary between 19,65 °C and 27,65 °C with alkaline pH of 8.30 and an average salinity between 25.1 psu and 39.20 psu and dissolved O<sub>2</sub> saturations between 80 and 120%.

In August 2006, following repeated storms quality of bathing water has been affected by transparency <1m, color, condition and a rate of O<sub>2</sub> saturation of 26.1%. We have not noted the presence of phenols or consequence of persistent foam surfactants, no greasy film surface indicating the presence of mineral oil or tar residues and floating materials, met on the sand in small quantities. In terms of color and transparency of the water, they are respectively between 1 and 2 m and clear.

Total coliforms in water are considered indicative of faecal contamination, the concentration of these bacteria, thermotolerant (44 °C) do not exceed 93bact/100mL, it is the same for *E. coli* whose values remain Algerian's compliant.

As for faecal streptococci or type D streptococci or enterococci, witnesses of faecal contamination, pathogenic and resistant in salty environments, reach concentrations above 1400SF/100mL while the guideline value is less than 100SF/mL.

For the summers of 2006 and 2007, we can consider that the physico-chemical quality of the bathing waters of the main beaches of Annaba complies with Algerian standards (JORA decree n° 93-164).

On the other hand, the bacteriological quality during the 2 seasons (2006 and 2007) is mediocre ; continuous monitoring and rigorous is therefore necessary.

**Key words :** Coastline, Annaba, Bacteriology, physical chemistry, Pollution.

## 1. Introduction

Pendant la saison estivale, en plus de ses 600 000 habitants, le littoral d'Annaba fait l'objet chaque année d'un afflux touristique entre 4 et 5.10<sup>6</sup> estivants et comme nous le savons, la mer constitue généralement le point final de tous les cours d'eau existants. Ainsi, les rejets urbains et les oueds Seybouse, Boudjemaa et Mafrague déversent de grandes quantités de sédiments dans le golfe d'Annaba (tab. 1). Ces apports terrigènes sont à l'origine des problèmes de pollution le long du littoral d'Annaba. A cela s'ajoutent les rejets industriels, notamment celles liées à l'industrie lourde ou encore à l'agro alimentaire. Nous citerons entre autre Arcelor mital Steel, Orelait et Asmidal (tab. 2). Toutes ces entreprises déversent la plupart de leurs déchets directement en mer ou dans les eaux des oueds les plus proches, qui par la suite aboutissent à la mer en emportant toutes ces eaux polluées avec les mêmes effets nocifs qu'ils auraient pu avoir sur l'environnement terrestre. La pollution physico-chimique et bactériologique du milieu aquatique est le premier indicateur de ce déséquilibre.

Dans le cadre de ses actions de prévention, le laboratoire d'Ecobiologie des Milieux Marins et Littoraux (EMMAL) de l'Université d'Annaba s'associe avec le service d'Epidémiologie et de Médecine Préventive (SEMP) du secteur sanitaire Frantz Fanon et la Direction de l'environnement de la wilaya d'Annaba pour organiser la surveillance sanitaire des zones de baignade de la ville en application du décret exécutif n° 93-164 juillet 1993.

Cette surveillance s'articule sur 3 axes : la mise en œuvre du contrôle de la qualité des eaux, la visite des lieux de baignade et la recherche des éventuelles causes de pollution.

Ainsi, nous nous sommes intéressés pour les mois de Juin, Juillet et Août les années 2006, 2007 à la recherche des bactéries témoins de la contamination fécale (Coliformes totaux, *E. coli* et les streptocoques fécaux) et quantifier 10 paramètres physico-chimiques des eaux dans les 8 principales plages de baignade d'Annaba: La température, le pH, l'O<sub>2</sub> dissous, la salinité, les huiles minérales, les résidus goudronneux, la couleur, la transparence, les substances tensioactives et les phénols. Ces dernières

**Tableau 1** : Rejets domestiques et leurs milieux récepteurs (D.E.W. Annaba (2002))

Agglomérations d'Annaba	Milieux récepteurs
Sidi Amar	Oued Meboudja vers oued Seybouse puis la mer
El Hadjar	Oued Meboudja vers oued Seybouse puis la mer
El Bouni	Une partie des rejets se déversent vers l'oued Seybouse, et l'autre partie vers la mer en passant par oued Boudjemaa
Annaba ville	Les rejets passent par le réseau principal, se déversent vers la mer en passant par la station de pompage Sidi Brahim pour un pré traitement

**Tableau 2** : Composition des rejets industriels et leur milieu récepteur (D.E.W. Annaba (2002))

Unité de production	Composition des rejets	Milieux récepteurs
Orelait- Laiterie	Lactosérum + eau résiduaire	Oued Seybouse vers la mer
ONAB*	$\text{NH}_4^+$ , Bactéries, déchets	Oued Seybouse vers la mer
Ferrovial	Les métaux, $\text{Cd}^{2+}$	Oued Seybouse vers la mer
ENCG**	Eaux usées domestiques et industrielles	La mer
Arcelor Mital	Phénols, ammoniacque, les métaux ferreux, les huiles	Oued Meboudja vers oued Seybouse puis la mer
ENCC***	Eaux de refroidissements	Oued Seybouse vers la mer
Asmidal	Eaux de process (chargées de résidus chimiques) Eaux de refroidissement	La mer

\*Office National des Alimentations du Bétail.

\*\*Entreprise Nationale des Corps Gras.

\*\*\*Entreprise Nationale de Charpente et de Chaudronnerie.

ont des impacts sanitaires et épidémiologiques car elles sont responsables de diverses maladies chez l'homme (Servais, 2003).

## 2. Matériels et méthodes

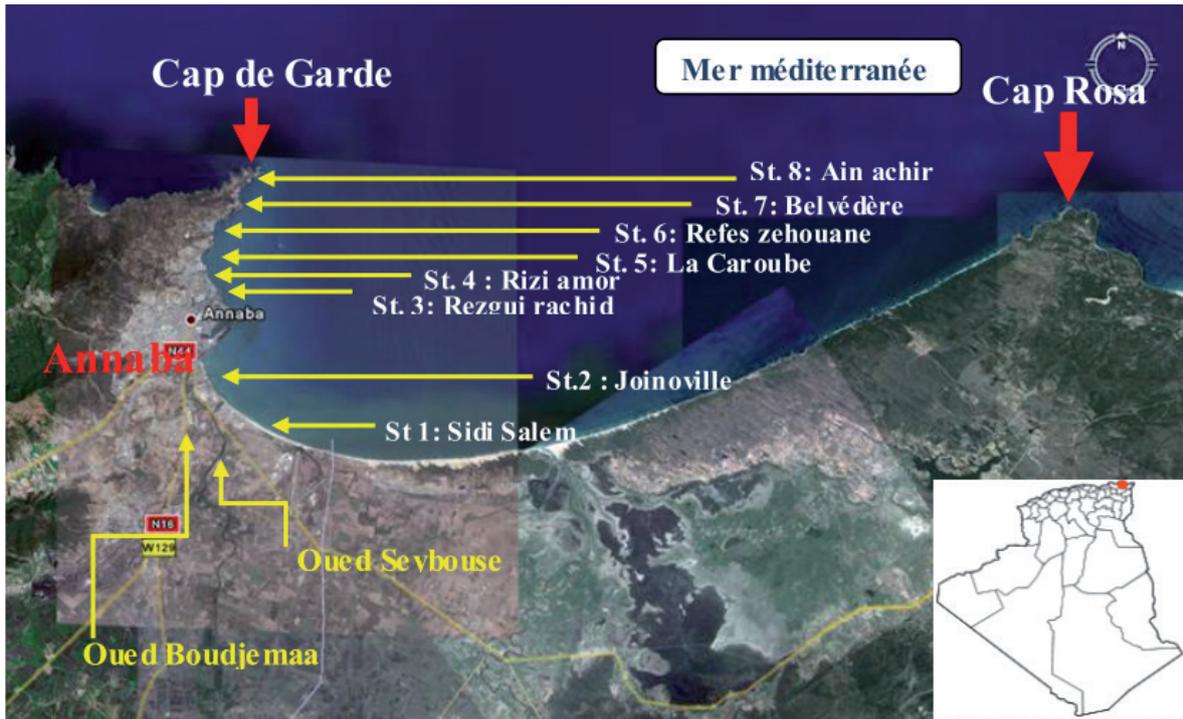
### 2.1. Description de la zone d'étude

Le golfe d'Annaba est situé à l'Est Algérien, il est limité par le Cap Rosa à l'Est et le Cap de Garde à l'Ouest. Les 8 plages retenues sont d'Est en Ouest: Sidi Salem, Joinville, Rezgui Rachid (ex-Saint Cloud), Rizzi Amor (ex-Chapuis), La Caroube, Refes Zahouane (ex-Toche), Belvédère et Ain Achir. (fig. 1).

### 2.2. Techniques d'échantillonnage et d'analyse

Les températures, pH,  $\text{O}_2$  dissous et la salinité ont été mesurés *in situ* à -50 cm de la surface grâce à un multi paramètre de terrain (Consort 535), la transparence a été évaluée par la méthode de Secchi alors que la couleur, les substances tensio-actives, les résidus goudronnés, les phénols et les huiles minérales ont été estimés par inspection visuelle et/ou olfactive.

Les prélèvements d'eau ont été effectués à -50 cm de profondeur et à 2 m du rivage, 250 mL d'eau de mer sont recueillis dans des flacons stériles qui sont entreposés dans une glacière à + 4°C pour être



**Figure 1** : Positionnements des stations d'étude (St) dans le secteur ouest du golfe d'Annaba (Google 2007) modifiée

transportés au laboratoire d'hygiène et de prévention Service d'Epidémiologie et de Médecine Préventive (SEMP) Frantz Fanon d'Annaba. La recherche des coliformes totaux, d'*E. coli* et des streptocoques fécaux a lieu 2 heures après les prélèvements.

La méthode d'analyse utilisée est celle du dénombrement en milieu liquide par détermination du nombre le plus probable (NPP) dans 100 mL d'eau, dont le principe est l'ensemencement des dilutions successives de l'eau à analyser ( $10^0$ ,  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ) à raison de 3 tubes de milieu de culture liquide par dilution. Puis l'observation du nombre de tubes inoculés présentant une culture visible indiquant la présence de micro-organismes (Rodier, 2005).

Pour la recherche des coliformes totaux nous avons utilisé le BCPL et le VBL comme milieu de culture (NF EN ISO 9308 – 3, 1999), en ce qui concerne *E. coli* nous avons utilisé l'eau peptonée exempte d'indole (NF EN ISO 9308 – 3, 1999) en ajoutant le réactif Kovacs au moment de la lecture (Hoskins, 1933). Enfin, pour le dénombrement des streptocoques fécaux nous avons utilisé les milieux de Rothe et Litsky (Litsky *et al.*, 1955), selon les normes AFNOR NF EN ISO 7899 – 1.

### 3. Résultats

#### 3.1. Positions GPS des stations d'étude

Les 8 stations d'études sont réparties sur 2 communes de la wilaya d'Annaba, 2 stations dans la commune d'El Bouni (St 1 et 2) et 6 (St 3 à 8) dans la commune d'Annaba (tab. 3).

#### 3.2. Analyses physico-chimiques

##### 3.2.1. Valeurs enregistrées en 2006

Les températures enregistrées entre le 1 juin et le 31 août 2006 sont comprises entre 23,82 et 25,45 °C (tab. 4). Ces valeurs sont conformes aux normes Algériennes (JORA décret n° 93-164). Il en est de même pour la salinité, le pH et la transparence dont les valeurs moyennes ne dépassent pas les valeurs guides qui sont respectivement: 40 psu, 8.5 et 2m (tab. 4).

En ce qui concerne l' $O_2$  dissous, nous notons des valeurs en deçà de la limite inférieure, dans les plages Sidi Salem (St 1), Joinville (St 2) et Refes Zahouane (St6) (tab. 4).

**Tableau 3** : Localisation GPS des 8 stations d'études retenues dans le golfe d'Annaba

Plage	Station	Position GPS	Commune
Sidi Salem	1	36°51'52'' N 07°46'31'' E	El Bouni
Joinville	2	36°52'51'' N 07°45'24'' E	El Bouni
Rezgui Rachid	3	36°55'54'' N 07°45'35'' E	Annaba
Rizi Amor	4	36°55'93'' N 07°45'58'' E	Annaba
La Caroube	5	36°56'89'' N 07°45'87'' E	Annaba
Refes Zehouane	6	36°56'71'' N 07°46'54'' E	Annaba
Belvédère	7	36°56'56'' N 07°46'96'' E	Annaba
Ain Achir	8	36°57'39'' N 07°46'64'' E	Annaba

**Tableau 4** : Présentations des valeurs moyennes des paramètres physicochimiques mesurés durant l'été 2006

Plage	Station	T °C	S psul	pH	O <sub>2</sub> %	Tran* (m)
Sidi Salem	St 1	24,45	36.66	8.30	65.46	1.50
Joinville	St 2	25.45	36.30	7.22	65.64	1.49
Rezgui Rachid	St 3	24.27	36.09	8.42	83.19	1.43
Rizi Amor	St 4	24.49	34.94	8.18	82.02	1.40
La Caroube	St 5	24.80	35.75	8.13	82.48	1.44
Refes Zehouane	St 6	24.51	36.56	7.65	72.21	1.27
Belvédère	St 7	24.20	36.43	7.54	85.22	1.53
Ain Achir	St 8	23.82	36.10	8.05	84.94	1.44
<b>Normes</b>		<b>≤ 30</b>	<b>35-40</b>	<b>6.5-8.5</b>	<b>80-120</b>	<b>1-2</b>

\*Tran : transparence

Durant l'été 2006, nous avons constaté dans les 8 stations d'étude, des eaux claires dépourvues de phénols, de mousses persistantes dues aux substances tensioactives, de film grassex superficiel indiquant la présence d'huiles minérales, de résidus goudronnés et de matières flottantes.

### 3.2.2. Valeurs enregistrées en 2007

Les températures enregistrées entre le 1 juin et le 31 août 2007 (tab. 3) sont conformes aux normes Algériennes et ne dépassent pas 30 °C. Il en est de même pour le pH et la transparence dont les moyennes ne dépassent pas les valeurs guides respectives: 8,5 et 2m (tab. 5). En ce qui concerne la salinité nous notons deux valeurs moyennes inférieures à 35 g/L (valeur guide inférieure) dans

la plage la caroube (St 5) et Refes Zahouane (St 6), quand à l'O<sub>2</sub> dissous, seule la plage joinville (St 2) enregistre une valeur moyenne en dessous des normes.

Pendant l'été 2007, les eaux des 8 plages de baignade ont été de bonne qualité, comme en 2006, où les eaux étaient claires et dépourvues de phénols, de mousses, de film grassex, de goudron et de matières flottantes.

### 3.3. Analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques des divers échantillons d'eau nous ont permis d'évaluer le niveau de contamination par mois/ station / type de bactérie.

**Tableau 5** : Présentations des valeurs moyennes des paramètres physicochimiques mesurés durant l'été 2007

Plage	Station	T °C	S psul	pH	O <sub>2</sub> %	Tran* (m)
Sidi Salem	St 1	25,45	35.62	7.87	82.75	1.51
Joinville	St 2	24.52	35.86	7.74	71.48	1.80
Rezgui Rachid	St 3	24.30	36.12	7.80	96.07	1.45
Rizi Amor	St 4	24.49	35.65	7.56	100.8	1.42
La Caroube	St 5	25.98	34.80	7.82	94.90	1.80
Refes Zehouane	St 6	24.32	34.43	7.81	100	1.66
Belvédère	St 7	24.90	35.9	7.67	97.65	1.68
Ain Achir	St 8	24.82	35.65	7.70	99.39	1.62
<b>Normes</b>		<b>≤ 30</b>	<b>35-40</b>	<b>6.5-8.5</b>	<b>80-120</b>	<b>1-2</b>

\*Tran : transparence

### 3.3.1. Coliformes totaux (CT)

Les concentrations des coliformes totaux sont comprises entre 0 et 93 bactéries/100 mL en 2006 (fig. 2) et entre 0 et 75 bactéries/100 mL en 2007 (fig. 3). Nous pourrions considérer que les eaux prélevées dans les 8 stations sont conformes aux normes algériennes de 1993 dont les valeurs sont comprises entre 500 et 10000CT/100 mL (décret exécutif n° 93-164 du 10/07/1993 JORA n°46).

### 3.3.2. *Escherichia coli* (E.c)

Durant les 2 saisons (2006 et 2007) le taux d'*E. coli* est inférieur ou égal à 43 Ec/100 mL. Les résultats obtenus sont nettement inférieurs aux normes algériennes. (fig. 4 et 5).

### 3.3.3. Streptocoques fécaux (SF)

En ce qui concerne les streptocoques fécaux, les concentrations relevées dépassent dans les 8 stations la valeur guide qui est de 100 SF / 100 mL avec un pic de 1400 SF/ 100 mL. (fig. 6 et 7).

En juin 2006, des teneurs supérieures à 1000 SF/ 100 mL sont enregistrées dans les eaux des plages Joinville, Rezgui Rachid, Rizi Amor, Refes Zahouane et Ain Achir (fig. 6) alors qu'en 2007, seules 3 plages sur 8 présentent des contaminations > 1000, il s'agit des plages de Joinville, Rizi Amor et Belvédère (fig. 7).

En juillet 2006, seule la station Rizi Amor enregistre un pic de 1400 SF / 100 mL (fig. 6), en juillet 2007, ce sont les plages de Sidi Salem, Joinville, Rezgui Rachid, Rizi Amor, et Ain Achir

qui montrent des contaminations >1000germes/100mL d'eau (fig. 7).

En août 2006, des valeurs supérieures à 100 SF/ 100 mL sont rencontrées dans les plages de Joinville, la Caroube, Refes Zahouane et Belvédère (fig. 6) ; mais en revanche, en 2007, cette valeur n'a été relevée que dans les eaux des stations Rizi Amor et la Caroube (fig. 7).

## 4. Discussion

Les valeurs des paramètres physico-chimiques des eaux obtenues dans notre étude, sont similaires à celles obtenues par Djebbar et al., en 2006 et 2007.

En effet, les températures relevées ne dépassent pas 27,65 °C. Et la salinité varie entre 35 et 40 g/L, les taux de saturation en O<sub>2</sub> dissous sont compris entre 80 et 120% excepté en Août 2006, où la valeur était inférieure à 80% y est relevée : qui serait probablement due à d'importants orages pendant cette période.

Aucune variation significative de pH n'a été relevée durant les 2 saisons ; il est basique dans toutes les stations d'étude.

La description d'une masse d'eau ne saurait être satisfaite sans une référence à la transparence du milieu, c'est-à-dire, à la pénétration du milieu par la lumière. La connaissance de ce paramètre a une double importance : elle détermine l'intensité lumineuse pénétrant sous la surface donc l'épaisseur de la couche euphotique productive; elle permet également une approche de la quantité de particules en suspension. Ces dernières ont une importance

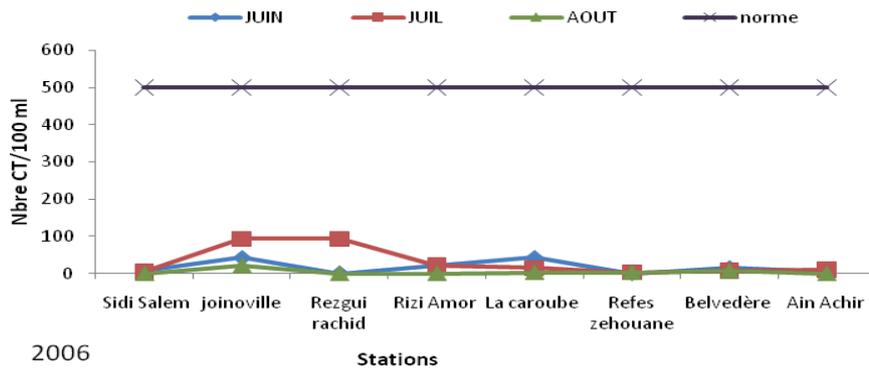


Figure 2 : Variations des Coliformes totaux dans 100 mL d'eau prélevés dans les 8 stations durant l'été 2006

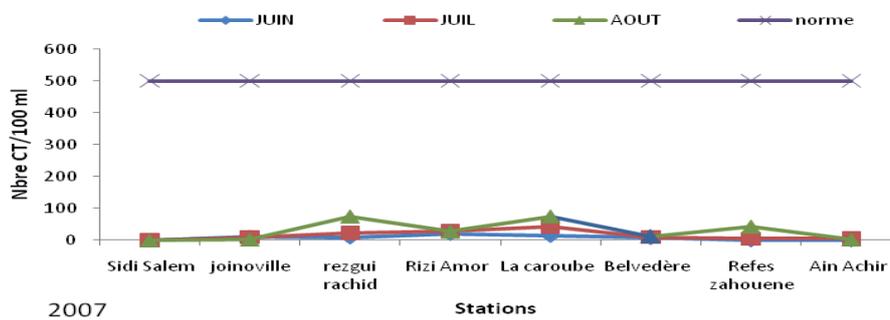


Figure 3 : Concentrations des Coliformes totaux dans 100 mL d'eau prélevés dans les 8 principales plages de baignade durant l'été 2007

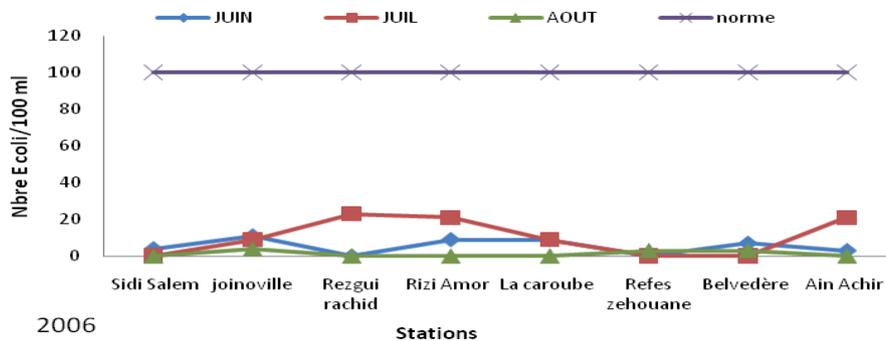


Figure 4 : Variations des densités d'*E. coli* dans 100 mL d'eau prélevés dans les 8 principales plages de baignade d'Annaba durant l'été 2006

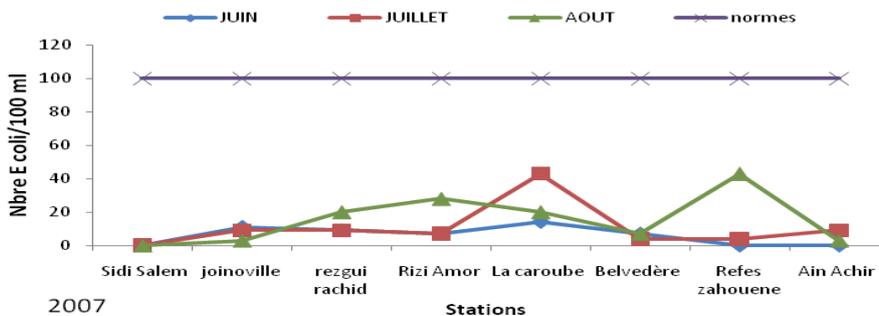
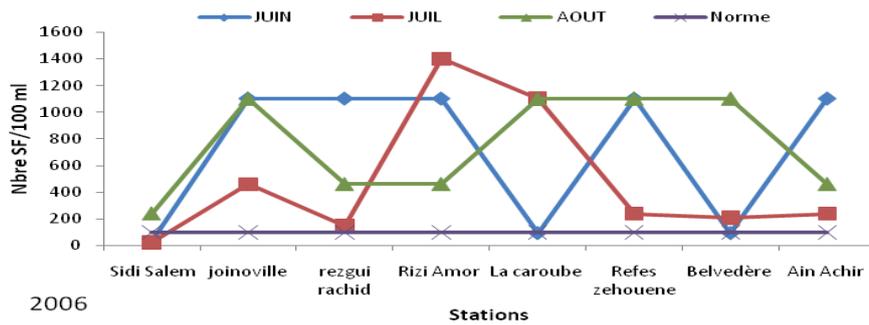
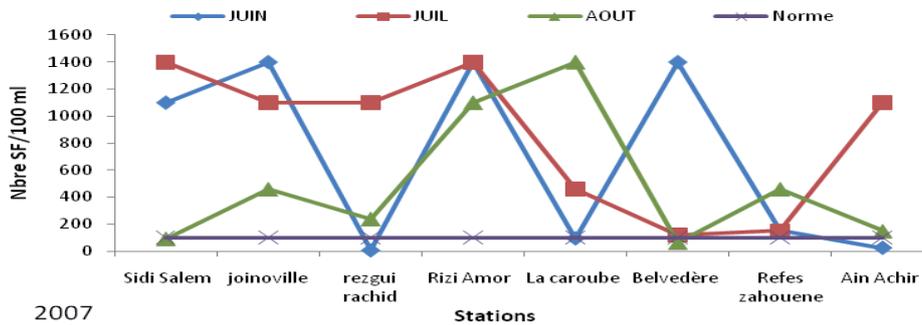


Figure 5 : Concentrations d'*E. coli* dans 100 mL d'eau prélevés dans les 8 principales plages de baignade d'Annaba l'été 2007



**Figure 6 :** Variations des concentrations des SF dans 100 mL d'eau prélevés dans les 8 stations d'étude durant l'été 2006



**Figure 7 :** Fluctuation des densités de SF dans 100 mL d'eau prélevés dans les 8 principales plages de baignade durant l'été 2007

biologique, physico-chimique et bactériologique (Hamouche, 1997).

La transparence est aussi liée à la présence de substances chimiques en quantités plus ou moins importantes ; Parmi ces dernières, on cite les huiles, les goudrons, les substances tensioactives, les phénols et les matières flottantes. Tous ces polluants étaient absents dans les eaux des 16 stations d'étude qui sont restées claires du mois de Juin au mois d'Août ceci aussi bien pour les années 2006 et 2007.

L'analyse bactériologique des eaux du littoral d'Annaba montre la présence d'une importante contamination par les streptocoques fécaux, germes reconnus pour leur résistance en milieu marin. Les concentrations obtenues en 2006 et en 2007 atteignent des valeurs supérieures à 1400SF/100mL alors que la valeur guide est de 100SF/ 100 mL. Les valeurs limites sont 14 fois plus importantes, aussi bien en 2006 qu'en 2007, elles dépassent les 1000SF/100 mL dans 7 plages sur 8 avec des moyennes respectives de 650 et 681 SF/100 mL.

Nos résultats ne montrent aucune contamination aussi bien par coliformes totaux que par *E. coli*.

Toutes les valeurs sont en effet inférieures aux normes Algériennes. Elles ne dépassent pas les valeurs guides respectives de 500 et 100 bactéries/ 100 mL (tab. 6)

Les faibles concentrations en coliformes totaux et en *E. coli* seraient dues à la sensibilité de la structure cellulaire de ces microorganismes à l'eau de mer, ou encore au concept classique d'autoépuration qui a été longtemps retenu. En effet, jusqu'aux années 70, il était admis que les bactéries d'origines humaines étaient détruites en quelques heures dans l'eau de mer ; la plupart des auteurs considèrent la température et la diminution de l'intensité lumineuse comme seules responsables des décroissances bactériennes en milieu marin, mais certains auteurs comme Stablo (1998) n'excluent pas l'intervention d'autres facteurs défavorables tels la salinité, les carences en éléments nutritifs, la sédimentation, l'antibiose.

Mais tous ces processus épurateurs sont à prendre avec discernement car on ne connaît pas l'état structural et physiologique des entérobactéries dans le milieu marin. En effet, une question se pose: les entérobactéries non identifiables par les méthodes

**Tableau 6** : Qualité requise des eaux de baignade (Décret exécutif n° 93-164 JORA n°46)

PARAMETRES	UNITES	VALEURS GUIDES	VALEURS LIMITEES
<b>MICROBIOLOGIQUES</b>			
1. Coliformes totaux	/100 ml	500	10.000
2. Coliformes fécaux	/100 ml	100	2.000
3. Streptocoques"	/100 ml	100	-
<b>PHYSICO-CHIMIQUES</b>			
7. Coloration	mg/l	-	Pas de changement anormal de la couleur
8. Huiles minérales	mg/l	-	Pas de film visible à la surface de l'eau et absence d'odeur
9. Substances tensio-actives réagissant au bleu de méthylène	mg/l Lauryl-sulfate	> 0,3	Pas de mousse persistante
10. Phenols (indice phénol)	mg/l C6H5O4	0,005	0,05 et aucune odeur spécifique
11. Transparence	M	2	1
12. Résidus goudroneux et matières flottantes (bois, plastique, bouteille et toute autre matière débris ou éclats)	-	-	Absence
13. P.H	-	-	6-8
14. Oxygène dissous	% Saturation	-	80-120
15. Autres substances	-	-	Ne doit pas contenir de substances susceptibles de nuire à la sante des baigneurs

classiques sont-elles mortes ou ont-elles évolué vers un état viable non cultivable ? De nouvelles méthodes de dénombrement direct de bactéries par épifluorescence et immunofluorescence (Fumat, 2007) associées à diverses méthodes de reviviscence ont été proposées pour essayer de répondre à cette question. Il a donc été possible de faire la différence entre la mortalité réelle des cellules et leur mortalité apparente. Des résultats *in vivo* de ces expériences ont montré que les *E. coli* évoluaient rapidement en 1 à 4 jours vers un état non cultivable dans des milieux carencés en éléments nutritifs.

*E. coli* subit des processus adaptatifs structuraux tels la diminution de sa taille, un changement de la

composition de ses enveloppes, avec disparition de certaines protéines. Tout ceci s'accompagne d'une modification de l'activité enzymatique notamment de la  $\beta$  galactosidase Or, la numération des coliformes fécaux en milieu spécifique est fondée sur la dégradation du lactose, liée essentiellement à l'activité de cette galactosidase (Lepeuple, 2006). Ces formes dormantes garderaient leur pouvoir pathogène ?

## 5. Conclusion

On peut conclure que du point de vue bactériologique les eaux du littoral d'Annaba sont de qualité médiocre.

On peut considérer que cette contamination est due aux déversements continus de différents rejets urbains et industriels et la charge bactérienne des eaux usées domestiques représente la principale source de microorganismes pathogènes.

De ce fait la mise en place d'un suivi continu et rigoureux est nécessaire, ainsi l'installation et la réhabilitation des stations d'épuration particulièrement en zones d'activités industrielle et touristique sont plus que jamais indispensables.

## Références

- Direction de l'Environnement de la Wilaya d'Annaba; 2002.- « Rapport sur la pollution des oueds de la wilaya d'Annaba ».
- Djebar A. B., Abbes A. et Guedah D.; 2006.- « Evaluation de la pollution le long du littoral Algérien » 1<sup>er</sup> Colloque francophone en environnement et santé. Dakar – Sénégal le 21 – 28 mai 2006.
- Djebar A. B., Abbes A., Nouacer S. et Amara R. ; 2007.- « Qualité physico chimique et bactériologique des eaux marines du littoral Est Algérien : Jijel, Skikda, Annaba et El tarf » 5<sup>ème</sup> journées scientifiques de l'ANDRS. Annaba les 09-11 avril 2007.
- Fumat C. ;.- (2007) « Bactériologie médicale techniques usuelles », Elsevier Masson. p. 33
- Google ; 2007.- « Google earth programme» golfe d'Annaba.
- Hamouche M. ; 1997.- « Analyses des paramètres physico-chimiques et interprétation des résultats », 1<sup>er</sup> atelier régional est sur la surveillance de la qualité des eaux de baignade, premier atelier régional Est sur la surveillance de la qualité des eaux de baignade, El-Taref.
- Hoskins J. K. ; 1933.- « The most probable number of *E. coli* in water analysis ». J. Amer. water works Ass. 25, p. 867.
- JORA n°46 décret exécutif n° 93-164 du 10/07/1993.
- Lepeuple A.S., Lebaron P., Servais P., (2006).- « Method for quantifying living coliform microorganisms in a water sample ». Brevet 11/916326, Veolia Eau-Compagnie Générale Des Eaux. Paris- France.
- Litsky W., Mallmann W. L. and Fifield C. W.; 1955.- « A new medium for the detection of enterococci in water ». Ann. J. Pub. Health, 45, p. 1049.
- Norme AFNOR : NF EN ISO 9308 – 3 ; (mars 1999).- Qualité de l'eau – recherche et dénombrement des *Escherichia coli* et des bactéries coliformes dans les eaux de surface et résiduaires (méthode générale par ensemencement en milieu liquide -NPP). Journal officiel français du 24 mars 1999. P. 226.
- Rodier J. ; 2005.- « L'analyse de l'eau », 8<sup>e</sup> édition, Paris Dunod. p. 761-770.
- Servais P. ; 2003.- « Programme scientifique seine-aval 2, analyses des risques chimiques et microbiens ». p. 2.
- Stablo C. ; 1998.- « Conséquences sur la santé de la consommation des coquillages de pêche à pied dans le bassin d'Arcachon en période estivale ». Bull. soc. pharm. Bordeaux, 137, 91-107.