

---

**République Algérienne Démocratique et  
Populaire Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique Centre Universitaire de Belhadj Bouchaïb Ain Témouchent**

---



**Institut des Sciences**

**Département des Sciences de la nature et de la vie**

## **Mémoire**

**En vue de l'obtention du diplôme de Master en science biologique  
Option : Microbiologie appliquée**

**Présenté par :**

M<sup>elle</sup> DAHMANE Salima

## **Thème**

**Contributions à l'étude de la contamination bactériologique de l'eau de mer  
de la plage de puits de Beni Saf et la plage de Chatt El Hillal .**

**Wilaya de Ain Témouchent**

**Soutenu le : 23/06/2019**

Devant le jury composé de :

<b>Président :</b> Mme ILLIAS.F	Maître de Conférences A	C.U. Ain-Témouchent
<b>Examineurs :</b> Mr. MOUEDDEN.R	Maître Assistant A	C.U. Ain-Témouchent
<b>Encadrant :</b> Mme DERRAG. Z	Maître de Conférences B	C.U. Ain-Témouchent

*Année universitaire : 2018/ 2019*

# Remerciements

*Avant tout, nous remercions Allah tout puissant de nous avoir guidé tout au long de nos vie, qu'il nous a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles, et qu'il nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.*

*Tout d'abord, nous remercions notre encadreur **Mme DERRAG.Z**, Qui a accepté de nous encadrer, pour nous avoir toujours soutenue, conseillée et guidée.*

*Nous remercions également **Mme ILLIAS.F** qui a accepté présider ce jury.*

*et **Mr MOUEDDEN.R**, d'avoir accepté examiner ce travail.*

*Nos remerciement s'adressent également aux techniciens de laboratoire :*

***Mme choukriya** et **Mr khaled** pour avoir facilité la partie expérimentale de ce travail.*

*Je remercié **Mme CHIKH** de l'Office nationale d'assainissement pour son aide*

*Finalement, nous remercions vivement tous les enseignants du département des sciences de la vie et de la nature, et tous ceux et celles qui ont participés de près ou de loin à l'élaboration de travail.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail de fin d'études à ma famille, Ma mère, pour leur patience, conseils, aident et aussi de m'encourager à la réalisation de ce modeste travail.*

*Ma chère sœur : Mama*

*Ma chère tante : Aicha*

*Mon encadreur qui mon soutenu au long de mes travaux (je vous remercié).*

*Mes amis et collègues notamment les étudiants qui m'encourager , merci pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces années inoubliables. Bonne chance à tous.*

**DAHMANE Salima**

# Listes de tableaux

<b>Tableau n° 01</b> : les paramètres physicochimiques selon l’OMS et le journal officiel algérien.....	05
<b>Tableau n° 02</b> : Origines et natures de différentes sources de pollution de l’eau .....	06
<b>Tableau n° 03</b> :Qualité requise des eaux de baignade. Décret exécutif n° 93-164 du 10 juillet 1993.....	13
<b>Tableau n° 04</b> : Les résultats de la mesure de l’oxygène dissous de l’eau de mer des deux sites.....	31
<b>Tableau n° 05</b> : Les résultats de la mesure du pH de l’eau de mer des deux sites.....	32
<b>Tableau n° 06</b> : Les résultats de la mesure de la température de l’eau de mer de deux sites.....	33
<b>Tableau n° 07</b> : Les résultats de la mesure de la conductivité de l’eau de mer de deux sites.....	34

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure n° 01</b> : E. Coli.....	10
<b>Figure n° 02</b> : Les streptocoques fécaux.....	11
<b>Figure n° 03</b> : Situation géographique du site de prélèvement.....	16
<b>Figure n° 04</b> : Image satellitaire du site Plage de Puits de Beni Saf.....	17
<b>Figure n° 05</b> : Image satellitaire du site Plage de Chatt El Hillal.....	18
<b>Figure n° 06</b> : PH-mètre.....	20
<b>Figure n° 07</b> : Conductimètre.....	21
<b>Figure n° 08</b> :Oxymètre.....	21
<b>Figure n° 09</b> : recherche et dénombrement des coliformes totaux.....	23
<b>Figure n° 10</b> : recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau de mer.....	25
<b>Figure n° 11</b> : recherche et dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfite réducteurs.....	27
<b>Figure n° 12</b> : recherche et dénombrement des staphylococcus.....	29
<b>Figure n° 13</b> : recherche et dénombrement des salmonelles.....	30
<b>Figure n°14</b> : Les résultats de la mesure d'O <sub>2</sub> de l'eau de mer des deux sites.....	31
<b>Figure n°15</b> : Les résultats de la mesure de Ph de l'eau de mer des deux sites.....	32
<b>Figure n°16</b> : Les résultats de la mesure de la température de l'eau de mer des deux sites.....	31
<b>Figure n°17</b> : Les résultats de la mesure de la conductivité de l'eau de mer des deux sites.....	32
<b>Figure n° 18</b> : Absence des coliformes.....	35
<b>Figure n° 19</b> : Aspect des colonies des germes aérobies mésophiles totaux.....	36
<b>Figure n° 20</b> : Aspect des colonies <i>Staphylococcus</i> .....	36.
<b>Figure n° 21</b> : Résultats des <i>Clostridium</i> sulfite réducteurs.....	37
<b>Figure n° 22</b> : présence des colonies des <i>Salmonella</i> .....	37

<b>Figure n°23 :</b> Dénombrement des indicateurs de contamination dans l'eau de mer de la plage de Puits de Béni-Saf.....	38
<b>Figure n°24 :</b> Dénombrement des indicateurs de contamination dans l'eau de mer de la plage de Chatt El Hillal.....	39
<b>Figure n°25 :</b> Variations des différents germes dans l'eau de mer des deux sites.....	40
<b>Figure n° 26 :</b> Comparaison des taux des différents germes dans l'eau de mer des deux sites.....	41

# Liste d'abréviation

**pH** : potentiel d'hydrogène

**OMS** : Organisation mondiale de santé

**°C** : Degré Celsius

**M.E.S** : matière en suspension

**BCPL** : Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol

**T** : température

**O<sub>2</sub>** : Oxygène

**D/C** : double concentration

**S/C** : simple concentration

**ml** : millilitre

**G.A.M.T** : Germes aérobies mésophiles totaux

**CF** : coliformes fécaux

**CT** : coliformes totaux

**CSR** : Clostridium Sulfito-Réducteurs

**STPH** : *Staphylococcus*

**SALM** : Salmonelles

**E. Coli** : Escherichia coli

**GN** : gélose nutritive

**VF** : Viande- Foie

**NPP** : Nombre le plus probable.

**BS** : Beni-Saf

**CEH** : Chatt El Hillal

**h** : Heure

**µs** : Micro-Siemens

# Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction ..... 01

## Synthèse bibliographique

I-Généralités sur la pollution marine.....03

I-1-Définition de l'eau de mer.....03

I-2-Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau de mer.....03

I-2-1-La température.....03

I-2-2-Le pH (potentiel d'hydrogène) .....04

I-2-3-L'oxygène dissous .....04

I-2-4-La conductivité.....04

I-2-5-La Salinité .....05

I-3-Normes de la qualité de l'eau.....05

I-3-1-Paramètres physicochimiques.....05

I-4-Définition de la pollution marine.....05

I-5- Sources de pollution.....05

I-5- 1-Les rejets domestiques.....06

I-5- 2-Les rejets agricoles.....06

I-5- 3-Les rejets industriels.....07

I-6-Les types de polluants.....07

I-6-1-Les macropolluants.....07

I-6-2-Les micropolluants.....07

I-7- Pollution microbiologique des eaux de baignade.....	08
I-8- Indicateurs de contamination fécale dans le contrôle de qualité des eaux de baignade.....	09
I-8- 1-. Coliformes totaux.....	10
I-8- 2-. Coliformes fécaux.....	10
I-8- 3-. Entérocoques intestinaux.....	11
I-9-Facteurs influençant la survie des microorganismes en milieu marin.....	12
I-9-1-Facteurs physico-chimiques.....	12
I-9-2-Facteurs biologiques.....	13
I-10-Risques liés aux contaminations microbiennes .....	14
I-10-1-Risques liés à la baignade dans les eaux polluées.....	14
I-10-2-Cadre réglementaire et classification des eaux de baignade.....	15

## **II- Description de la zone d'étude**

II-1-Choix des sites de prélèvements.....	16
II-2-Situation géographique de Béni-Saf.....	17
II-3-Situation géographique de plage de Chatt El Hillal .....	18

## **III- Matériel et méthodes**

III-1-Prélèvement, transport et conservation des échantillons.....	19
III-1-1-Méthodes de prélèvement.....	19
III-1-2-Transport .....	19
III-1-3-Conservation des échantillons.....	19
III-2-Méthodes d'analyses bactériologiques et physicochimiques de l'eau.....	20
III-2-1-Analyses physicochimiques .....	20
III-2-1-1-Mesure de Ph.....	20
III-2-1-2-mesure de conductivité .....	21
III-2-1-3-Mesure d'Oxygène dessous .....	21
III-2-2-Analyses bactériologiques.....	22

III-2-2-1-Recherches des coliformes totaux et fécaux .....	22
III-2-2-2-Recherche et dénombrement des germes totaux .....	24
III-2-2-3-Dénombrement des Clostridium sulfito réducteurs Principe .....	26
III-2-2-4-Recherche et dénombrement de Staphylococcus .....	28
III-2-2-5-Recherche et dénombrement des Salmonelles .....	30

## **Résultats et discussions**

I-Résultats des analyses physico-chimiques du l'eau de mer.....	31
I-1-L'oxygène dissous .....	31
I-2-Le Potentiel d'hydrogène (pH).....	32
I-3-La température.....	33
I-4- La conductivité.....	34
II- Paramètres bactériologique.....	35
II-1-Résultats de la recherche et du dénombrement des micro-organismes.....	35
II-1-1-Coliformes totaux et fécaux.....	35
II-1-2-Les germesaérobies mésophiles totaux.....	35
II-1-3- Staphylococcus.....	36
II-1-4-Clostridium Sulfito-Réducteurs.....	37
II-1-5-Salmonelles.....	37
II-2-Dénombrement des indicateurs de contamination dans l'eau de mer du site plage de Puits.....	38
II-3-Dénombrement des indicateurs de contamination dans l'eau de mer du site Chatt El Hillal.....	39
II-4-Etude comparative des différents germes dans l'eau de merdes deux sites .....	40

<b>Discussions</b> .....	42
<b>CONCLUSION</b> .....	47
<b>REFERENCES</b> .....	48
<b>ANNEXES</b> .....	54

L'eau est à l'origine de la vie sur terre. Elle recouvre les trois quarts de la surface de notre planète. Elle est indispensable à la survie des êtres vivants et a façonné, depuis longtemps, notre environnement et directement influencé le mode de vie des hommes (**Henri, 2012**).

La pollution de l'écosystème marin est devenue un des problèmes majeurs posés par l'environnement. Les facteurs qui en sont responsables ne cessent de s'accroître et de le déséquilibrer surtout par l'action de l'homme. Le problème de cette pollution s'aggrave à l'heure actuelle et constitue un danger pour la santé publique, en raison de l'accroissement démographique et du développement technologique des villes, plus marquée sur les zones côtières (**Souidi, 2008**). 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**). Plus de la moitié des unités industrielles du pays sont localisées dans la zone côtière (**Tabet-Zatla, 2014**).

L'homme contribue au déséquilibre et l'altération de la qualité des eaux du milieu littoral par la poussée démographique, le développement industriel, l'urbanisation, et les activités touristiques. Une mauvaise qualité de ces eaux peut ainsi avoir des conséquences néfastes sur la santé publique (**Brisou et Denis, 1978 ; Gaujous 1995**).

En Algérie, l'une des causes majeures de la pollution marine reste la contamination bactérienne par les eaux usées (**Hamdi et Ait Kaci, 2008**). Ces eaux contiennent une large gamme de bactéries et de virus ainsi que des parasites qui peuvent être à l'origine de graves épidémies. Ces dernières sont liées à la consommation directe des eaux contaminées ou à l'inhalation ou au contact cutané d'eaux contaminées lors de l'utilisation des eaux à des fins récréatives comme la baignade (**Gaujous, 1995 ; Festy et al., 2003 ; Rodier, 2009**). Ceci est d'autant plus préoccupant que le littoral Algérien est très fréquenté par les touristes en saison estivale qui viennent s'y baigner.

La wilaya d'Ain Temouchent est une wilaya côtière, considérée comme l'une des régions les plus visitées d'Algérie, surtout en été. L'un des atouts majeurs qui lui donne sa vocation touristique est le nombre de plages qui constituent son littoral.

## Introduction

---

Afin de protéger la santé des baigneurs et d'éviter de les exposer à une eau contaminée, la qualité des eaux de baignade est donc un paramètre essentiel à surveiller et à contrôler. Les indicateurs microbiologiques et notamment les indicateurs de contamination fécale sont considérés parmi les paramètres les plus importants pour le contrôle de qualité des eaux de baignade (**Gaujous, 1995 ; Larpent, 1997**).

La présente étude s'intéresse à préciser les problèmes qui persistent actuellement au niveau de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux.

Ce travail s'articule en trois parties, organisées comme suit :

- Partie 1 : Consacrée à une synthèse bibliographique sur la pollution marine et la contamination bactérienne, à la présentation de la zone d'étude.
- Partie 2 : Expose les techniques d'analyses et d'échantillonnage.
- Partie 3 : Comporte les résultats obtenus dans cette étude et leur interprétations.

En fin, on déterminera ce travail par une conclusion générale et on tentera d'avancer certaines recommandations.

### I-Généralités sur la pollution marine

#### I-1-Définition de l'eau de mer

L'eau est la plus importante source vitale, présente partout dans la nature. C'est un composé chimique ubiquitaire sur terre, essentiel pour tous les organismes vivants connus. Un liquide incolore, inodore, sans saveur, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (**Bernard, 2007**)

L'eau, élément indispensable à la vie, est une part essentielle du patrimoine mondial, mais aussi essentielle aux activités humaines (Agricultures, industrielles, domestiques...) (**Desjardins, 2009**)

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce (**Boeglin, 2009**). La salinité moyenne des eaux des mers et océans est de 35 g/L (**Huot, 2010**)

L'eau de mer est une solution complexe qui contient tous les éléments indispensables à la vie (calcium, silicium, carbone, azote, phosphore, oligo-éléments), des matières organiques (teneur comprise entre 0.5 et 2mg) et, naturellement à l'état dissous, les gaz présents dans l'atmosphère. L'eau de mer est faiblement alcaline. Son pH étant compris entre 7.5 et 8.4. (**Rapinat, 1982**)

#### I-2-Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau de mer

Les caractéristiques physico-chimiques sont des paramètres facilement mesurables d'une façon continue par des sondes installées dans des stations d'observation des qualités des eaux (**Gaujous, 1995**).

##### I-2-1-La température

La température est l'élément de base de toutes les réactions chimiques. C'est un facteur essentiel dans le contrôle de tous les paramètres physico-chimiques d'un écosystème donné (**Gaujous, 1995**). Elle agit sur le pH, la densité, la solubilité des gaz dans l'eau (en particulier celles de l'oxygène et du CO<sub>2</sub>) et sur les réactions chimiques et biochimiques (**Bremont et Perrodon, 1979**).

L'eau de mer est, en général, plus ou moins froide suivant la latitude. Chaude à l'Équateur (26°C en surface dans l'océan, plus de 30°C dans les mers intérieures l'été), froide aux pôles (1 à 3°C) en surface. La connaissance de la température est essentielle pour les réactions

physicochimiques et biologiques régies par leurs caractéristiques thermodynamique et cinétique (Thomas, 1995).

### I-2-2-Le pH (potentiel d'hydrogène)

Le pH est un paramètre important qui influe sur la vie et le développement de la faune et de la flore existante dans les eaux. Il conditionne les réactions chimiques des milieux aqueux ainsi que la prolifération bactérienne. Il peut également être un indice de pollution pour les rejets industriels. L'eau de mer est alcaline, elle est généralement de l'ordre de 8 (Bradai, 1994).

Le pH est un indicateur de pollution qui mesure la nature de l'eau. Les eaux naturelles ont un pH voisin de 7, le plus souvent compris entre 6 et 8. Plus le pH est bas, plus la solution est dite acide. Plusieurs espèces de poissons et autres organismes aquatiques ne peuvent pas supporter une eau trop acide. La pollution atmosphérique et les précipitations acides demeurent la plus importante source d'acidité des plans d'eau (M. D. D. E. P, 2006).

### I-2-3-L'oxygène dissous

L'oxygène dissous est un paramètre important du milieu parce qu'il gouverne la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatiques (Bunce, 1994). Une faible teneur en oxygène dissous provoque une augmentation de la solubilité des éléments toxiques qui se libèrent des sédiments (Ramade, 2003).

Sa solubilité est en fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. (Ladjel, 2006).

### I-2-4-La conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique. Ce paramètre donne une indication de la concentration totale de l'eau en ions. Comme une grande partie des sels dissous dans l'eau s'y trouvent sous forme d'ions (chlorures, nitrates, sodium, calcium, sulfures etc.). Les variations de ces concentrations peuvent avoir des impacts sur le milieu naturel (Bradai, 1994).

### I-2-5-La Salinité

La salinité est une propriété de l'eau de mer qui est fondamentale à l'étude du milieu marin (Aminot et Chaussepied, 1983). Elle correspond à la masse de sels contenue dans 1 kg d'eau de mer. On évalue maintenant la conductivité et on l'exprime en UPS : Unité Pratique de Salinité, qui équivaut approximativement à 1 mg/g de sel. La salinité de l'eau de mer est en moyenne de 35 UPS, soit 35g/kg (Chevallier, 2007).

### I-3-Normes de la qualité de l'eau

#### I-3-1-Paramètres physicochimiques

Tableau n° 01 : les paramètres physicochimiques selon l'OMS et le journal officiel algérien.

paramètres	Selon l'OMS	Selon le Journal Algérien	Unité
Ph	9	6,5 - 8,5	
Température	25	25	°C
Conductivité	1000	2800	µs/cm
Oxygène dissout	5	5	Mg/L

#### I-4-Définition de la pollution marine

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physique, chimique et biologique ; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels (Tekfi, 2006).

La pollution bactériologique n'est donc qu'une des modalités possibles de la perturbation anthropique des milieux marins qui comprend aussi la pollution chimique, la pollution thermique, les effets liés à des apports macro déchets, de matières sédimentaires ou l'introduction d'espèces alloctones. (Ifremer, 2005)

#### I-5- Sources de pollution

L'activité humaine, qu'elle soit son origine, industrielle, urbaine ou agricole, produit une quantité de substances polluantes de toute nature qui engendrent de différents types de pollution (Tab.4) qui peuvent être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodiques ou encore accidentelles ou aiguës (Rodier et al., 2009).

**Tableau n° 02:** Origines et natures de différentes sources de pollution de l'eau (Henaut, 2011).

Type de pollution	nature	origine
<b>Physique</b>	Rejet d'eau chaude	Centrales thermiques nucléaires
	M.E.S (matière en suspension)	Rejet bains, érosion des sols.
<b>Chimique</b>	Matière organique	Effluents domestiques, agricoles, agroalimentaires.
	Fertilisants (nitrate, phosphate)	Agriculture, lessives.
	Métaux (Cd, Pb, Al, As)	Industries, agriculture, déchets.
	Pesticides (insecticides, herbicides, fongicides...)	Industries, agriculture.
	Organochlorés (PCB, Solvants)	Industries.
	Composés organiques de synthèse	Industries.
	Détergents	Effluents domestiques.
	Hydrocarbures	Industrie pétrolière, transports.
<b>Biologique</b>	Bactéries, virus, champignons.	Effluents urbains, agricoles.

### **I-5- 1- Les rejets domestiques**

Elle provient des utilisations de l'eau par les habitants. On distingue les eaux vannes (eau des toilettes) et les eaux ménagères (eau de lavages). La pollution domestique est surtout organique (graisses, déchets organiques) ; elle peut aussi être chimique (poudres à laver, détergents, produits utilisés dans les jardins...). Les ordures ménagères accumulées dans des décharges sauvages ou non mises à la norme libèrent également des lixiviats riches en polluants (Faurie et al., 2003).

### **I-5- 2- Les rejets agricoles**

Le régime et la qualité des eaux sont fortement influencés par les pratiques actuelles des cultures et de l'élevage (Faurie et al., 2003).

La concentration des élevages peut entraîner un excédent de déjections animales par rapport à la capacité d'absorption des terres agricoles ; ces déjections, sous l'effet du ruissellement de

l'eau et de l'infiltration dans le sous-sol, enrichissent les cours d'eau et les nappes souterraines en dérivés azotés et constituent aussi une source de pollution bactériologique.

### **I-5- 3- Les rejets industriels**

La pollution générée par ces rejets varie suivant le type d'activité industrielle. Ils peuvent aussi causer l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, pesticides ...). le SOES (Service de l'Observation et des Statistiques du Ministère en charge du Développement Durable) en France de 2004 à 2009, a montré que les secteurs de la métallurgie et de la chimie sont responsables des rejets de polluants dans l'eau les plus importants (Benmaïd, 2013).

### **I-6-Les types de polluants**

Le polluant, tout agent physique, chimique ou biologique dans un hydro-système, qui y provoque, par sa concentration dans l'eau, des perturbations préjudiciables au bon équilibre de l'écosystème et en réduit les possibilités d'usage de l'eau.

Le comportement dans l'environnement d'une substance est difficile à appréhender car il dépend de ses propriétés et de la nature du milieu dans lequel elle se trouve. Par exemple, sa capacité à se retrouver dans l'atmosphère dépend à la fois de son degré de volatilité et de sa solubilité dans l'eau (RNB ,1999).

Selon Mouchel et Thévenot (2003) on distingue :

#### **I-6-1-Les macro polluants :**

Ce sont des molécules naturelles qui se trouvent dans l'environnement à des concentrations différentes de celles habituellement observées, ce qui entraîne une augmentation de la cinétique des réactions biochimique.

#### **I-6-2- Les micro polluants :**

Produit actif minéral ou organique susceptible d'avoir une action toxique à des concentrations infimes (de l'ordre du  $\mu\text{g/l}$  ou moins). Les micro polluants sont susceptibles de contaminer les différents compartiments eau/air/sol puisqu'ils sont directement introduits au sein même de l'écosystème.

Les mécanismes de transfert de ces polluants, depuis leur émission et les zones de traitement jusqu'aux sols, aux eaux de surface et eaux souterraines, font intervenir leur cycle de vie couplé au cycle de l'eau.

Par leurs propriétés intrinsèques, les micro polluants sont dangereux. L'intensité et la durée de leur présence dans les eaux (facteurs d'exposition) conditionnent le risque pour les milieux aquatiques et les écosystèmes, ainsi que pour la santé humaine.

Ces polluants, en raison même de leur impact sur le milieu, font de plus en plus l'objet d'un suivi régulier. Cependant, leur détection dans les cours d'eau est difficile, en raison de la multiplicité des substances, la variabilité des contaminations et leur très faible concentration (RNB, 1999).

### **I-7- Pollution microbiologique des eaux de baignade**

Sur le plan réglementaire, les eaux de baignade sont définies comme étant « les eaux ou parties de celles-ci qui sont douces, courantes ou stagnantes ainsi que l'eau de mer, dans lesquelles la baignade est autorisée ou n'est pas interdite et habituellement pratiquée par un nombre important de baigneurs » (JORA, 1993). Elles comprennent essentiellement les eaux côtières et les eaux intérieures (rivières et plans d'eau).

Un grand nombre de micro-organismes peut proliférer dans l'eau qui sert l'habitat naturel ou comme une simple moyenne de transport pour ces microorganismes (Bennana, 2013). Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient ou qui sont transportés dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites et les algues.

La pollution microbiologique des eaux de baignade est essentiellement d'origine fécale. La cause la plus fréquente de ce type de pollution vient des eaux usées rejetées parfois directement dans les milieux côtiers. Ceci est lié aux mauvais raccordements des habitations au réseau d'assainissement ou au ruissellement sur les sols contaminés lors des épisodes de pluies importantes (Elskens, 2010).

A titre d'exemple, en Algérie, l'une des causes majeures de la pollution marine reste la contamination bactérienne par les eaux usées. Il est à noter que 70% des villes côtières algériennes n'ont pas leurs réseaux d'assainissement raccordés à des stations d'épuration (Hamdi et Ait Kaci, 2008).

La pollution par les eaux usées se traduit par une forte contamination du milieu aquatique par de nombreux agents pathogènes, bactéries et virus. Parfois, elle est à l'origine de sérieux problèmes d'hygiène et de santé publique (Gaujous, 1995).

La contamination de l'eau de mer peut se faire d'une manière directe par les rejets d'eaux usées ou indirecte par la remise en suspension des particules décantées, la

contamination sera dépendante de la qualité physicochimique de l'eau de mer qui conditionnera la survie ou la mort des germes (**Hamdi et Ait Kaci, 2008**).

Les eaux usées domestiques contiennent une charge bactérienne très importante, soit 10<sup>9</sup> à 10<sup>10</sup> germes/litre (**Gauthier et Pietri, 1989 ; Pourcher, 1991**). Elles constituent la principale source de micro-organismes pathogènes pour l'homme en milieu marin.

Les bactéries pathogènes à transmission hydrique sont réparties en 04 genres (**Brisou et Denis, 1978 ; Gauthier et Pietri, 1989 ; Eberlin, 1997**).

- **Les salmonelles** dont *Salmonella typhi* et *paratyphi*, responsables des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes qui atteignent 17 millions de personnes/an dans le monde, dont 600 000 décès (**OMS, 2015**).
- **Les shigelles** responsables de troubles digestifs (diarrhées, dysenteries) qui touchent près de 25 millions de personnes par an, dont 650 000 décès.
- **Les vibrios** dont *Vibrio cholerae* responsables du choléra qui touche environ 1,4 à 4,2 millions de personnes dont 28 000 à 142 000 décès par an.
- **Escherichia Coli**, qui est responsable de plusieurs pathologies (Diarrhée, Dysenterie) dont les agents sont responsables de près de 775 000 décès par an.

### **I-8- Indicateurs de contamination fécale dans le contrôle de qualité des eaux de baignade**

Les indicateurs de contamination fécale doivent répondre à certaines exigences (**Larpen, 1997**) :

- Indiquer la présence de pathogènes (être présents quand les pathogènes le sont).
- Être toujours présents en plus grand nombre que les germes pathogènes à surveiller.
- Être incapable de se multiplier dans le milieu marin.
- Être aussi résistants que les germes pathogènes dans l'environnement aquatique.
- Être mis en évidence, dénombrés et identifiés à l'aide de techniques simples.

Les micro-organismes fécaux qui répondent à toutes ces exigences sont peu nombreux ; c'est ainsi que plusieurs témoins ont été choisis, il s'agit généralement des coliformes et des streptocoques fécaux du groupe D de Lancefield (**OMS, 1977**).

### I-8-1-Coliformes totaux

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau car ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme  $\beta$ -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié (Archibald, 2000; CEAEQ, 2000; Edberg et al., 2000).

Les coliformes comprennent entre autres les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*. (Rodier, 2009).

La plupart des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli* (*E. coli*) ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes (Edberg et al., 2000; OMS, 2000).

### I-8-2-Coliformes fécaux

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux ont la capacité de fermenter le lactose à une température de 44,5 °C. L'espèce la plus habituellement associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* (*E. coli*) (Elmund et al., 1999; Edberg et al., 2000). *E.coli* est la seule bactérie indicatrice qui représente sans équivoque une contamination d'origine fécale animale ou humaine. Sa détection dans une eau doit être considérée comme reflétant la présence possible des germes pathogènes d'origine entérique. La bactérie *E. coli* représente toutefois 80 à 90 % des coliformes thermo-tolérants détectés (ElAttiffi, 2011).



Figure n° 01 : E. Coli

Le terme « *E. coli* » (figure 1) correspond à des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir de tryptophane, à 44 °C (Rodier, 2009). *Escherichia coli* (colibacille) est très présent dans la flore intestinale de l'homme et des animaux ; il est considéré comme le meilleur indice de contamination fécale récente. Il peut être pathogène (colibacillose : gastroentérite infantile) (Gaujous, 1995).

### I-8-3-Entérocoques intestinaux

Sous cette dénomination générale « streptocoques fécaux », il faut entendre l'ensemble des streptocoques possédant la substance (acide teichoïque) antigénique caractéristique du groupe D de Lancefield, c'est-à-dire essentiellement : *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *E. durans*, *E. hirae*, *Streptococcus bovis*, *S. suis* et *S. equinus* (Rodier, 2009).

Les entérocoques font partie d'un groupe de bactéries naturellement présentes dans la flore intestinale des animaux et des humains; certains streptocoques fécaux sont très apparentés aux entérocoques et sont encore utilisés à titre d'indicateurs de contamination fécale (Gleeson et Gray, 1997).

Ces streptocoques du groupe D sont des bactéries Gram positives, catalases négatives, en forme de cocci (figure 2), commensaux du tube digestif. Ils peuvent être définis comme des microorganismes capables de se développer entre 10 et 45 °C à pH 9,6 et dans 6.5% de NaCl. Elles sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale (car tous ont un habitat fécal) sensibles, spécifiques et assez résistants (y compris en milieu salé). Ils n'ont pas généralement de pouvoir pathogène important (Gaujous, 1995 ; Rodier, 2009).



Figure n° 02 : Les streptocoques fécaux

### I-9-Facteurs influençant la survie des microorganismes en milieu marin

#### I-9-1-Facteurs physico-chimiques

- **La dilution** : elle intervient immédiatement après le rejet. Elle est favorisée par le mélange des eaux : courants, turbulence et action des marées. On estime que 90 à 99% des bactéries d'égout sont détruites après 48 heures de suspension dans l'eau de mer et que leur nombre décroît avec la distance beaucoup plus rapidement qu'on pourrait s'y attendre du fait de la simple dilution (**Maurin, 1974**).
- **L'adsorption** : c'est la fixation des polluants sur toutes les particules organiques ou minérales en suspension dans le milieu aquatique. C'est un phénomène bien connu par lequel les microbes s'accrochent à des corpuscules dont ils suivent le sort ; l'adsorption contribue donc à un isolement des germes et à une efficace dissociation de la charge polluante, car elle peut atteindre 90 à 95% des bactéries et des virus (**Brisou et Denis, 1978**).
- **La sédimentation** : directe ou indirecte (après adsorption), elle détermine la disparition momentanée des microbes. Cette disparition peut être provisoire, car il peut y avoir remise en suspension des sédiments et des bactéries. Très efficace en eaux calmes, elle se trouve amoindrie par la turbulence du milieu (**Maurin, 1974**).
- **La lumière** : Certaines études ont montré que les coliformes fécaux dans l'eau de mer sont très sensibles à la lumière solaire (**Chedad et al., 2007**). Ceci peut être expliqué par l'effet bactéricide de la fraction UV des radiations solaires sur la cellule. Une turbidité élevée de l'eau limite la pénétration des rayons UV dans l'eau et contribue également à réduire l'efficacité des rayons UV vis-à-vis des cellules microbiennes.
- **La température de l'eau** : la décroissance des bactéries augmente avec la température de l'eau. Ainsi, en période estivale, celle-ci est un des facteurs majeur de l'épuration microbienne (**Mancini, 1978 ; Flint, 1987**).

- **Les variations de pH** : Des travaux ont montré que la survie des coliformes fécaux (CF) a été influencée par le pH du milieu d'incubation. En effet, les pH basiques entraînent une nette diminution de la survie des CF (**Chedadet al., 2007**).
- **La salinité** : La salinité est aussi un facteur de stress très important que subissent les bactéries de pollution fécale en arrivant au milieu marin (**Hughes, 2003**), les fortes variations de salinité d'un milieu à l'autre, ont tendance à empêcher l'accoutumance des bactéries allochtones à leur nouveau milieu, ce qui conduit à la décroissance de leur nombre (**Maurin, 1974**). Des auteurs comme (**Pommeuyet al., 1991**) ont souligné également que la présence de particules organiques permet aux microorganismes de lutter plus efficacement contre le stress salin.

### I-9-2-Facteurs biologiques

- **Compétition interspécifique** : la présence des microorganismes autochtones, plus aptes à se multiplier dans leur milieu naturel, implique la décroissance des bactéries allochtones (**Flint, 1987**).
- **Prédation** : On peut citer les :
  - **Bactéries prédatrices** : comme les *Bdellovibrio* (groupe de bactéries de petite taille qui se fixent sur d'autres bactéries pour les « dévorer » ; ce sont des vibrios très mobiles qui n'attaquent que les bactéries Gram négatif) (**Pelmont, 1993 ; Brisouet Denis, 1978**) ; et les *Myxobactéries* (germes à Gram négatif ayant pour singularité d'hydrolyser les molécules insolubles, de lysier les cellules bactériennes et de les utiliser comme substrat) (**Brisou et Denis, 1978**).
  - **Les bactériophages** : extrêmement répandus dans la nature ; ils parasitent et détruisent bactéries et Cyanophycées. (**Brisou et Denis, 1978**).
  - **Les prédateurs microphages** : Ce sont tous les organismes qui se nourrissent de microbes. Ils sont représentés par les amibes, les flagellés, les ciliés ou des êtres plus évolués tels que les mollusques filtrants qui absorbent une grande quantité de bactéries et de virus avec leur nourriture. Il faut souligner que pour ces deux derniers, les germes absorbés ne sont pas nécessairement détruits (**Brisou et Denis, 1978**).

### **I-10-Risques liés aux contaminations microbiennes**

La contamination sera dépendante de la qualité physicochimique de l'eau de mer qui conditionnera la survie ou la mort des germe, Elle peut se faire d'une manière directe par les rejets d'eaux usées ou indirecte par la remise en suspension des particules décantées, **(Hamdi et Ait Kaci, 2008)**.

Les impacts associés à la contamination microbiologique des eaux littorales affectent la qualité de l'eau elle-même mais aussi celle des cheptels présents sur les sites soumis aux contaminations. C'est l'homme : l'usager du littoral en qualité de « baigneur » qui suscite un grand intérêt. L'eau de mer souillée contient une large gamme de germes, virus et bactéries susceptible de provoquer des troubles infectieux. Certaines espèces de bactéries peuvent être à l'origine de trouble infectieux, de gastro-entérites ou d'intoxication **(Poggi, 1990)**.

#### **I-10-1-Risques liés à la baignade dans les eaux polluées**

La baignade dans les eaux naturelles peut entraîner un contact plus ou moins intense avec des germes pathogènes qui peuvent être présents dans l'eau en plus ou moins grande quantité **(Festy et al., 2003)**.

La contamination a lieu par contact direct avec des eaux polluées (baignades) qui produit des affections cutanéomuqueuses diverses (rhino-pharyngites, oculaires, otites, dermatoses,...). **(Souidi, 2008)**

- **La fièvre typhoïde**

La fièvre typhoïde (du grec tymphos, torpeur) ou typhus abdominal est une maladie infectieuse découverte en 1818 par Pierre Bretonneau, causée par une bactérie de la famille Entérobactérie, du genre des salmonelles. Son diagnostic est souvent difficile d'où l'importance d'évoquer une typhoïde devant toute fièvre qui dure, habituellement associée à des troubles digestifs ou neurologiques **(Rogeaux, 1991 ; Jamaï et al., 2010)**.

- **La gastro-entérite**

Appelée familièrement « gastro », est une inflammation intestinale faisant suite à une infection touchant les muqueuses présentes dans l'estomac et l'intestin.

Il reste entendu que la majorité de ces syndromes ont une origine bactérienne. Les *Salmonella*, *chigella*, coliformes, *E. coli* entérotoxigènes, plus rarement des staphylocoques entérotoxiques, participent à ces maladies. (Festy et al., 2003 ; Maux et Simonart, 2010) :

Elle se manifeste essentiellement par les symptômes suivants : des nausées, des vomissements, des crampes abdominales et de la diarrhée (Masschelein, 1996 ; Hordé, 2014).

- **Les maladies de la sphère O.R.L et oculaire**

Les conjonctivites sont les maladies les plus rencontrées chez les baigneurs. Les responsables de ces affections oculaires appartiennent au groupe de Chlamydozoons, notamment à *chl. Oculogenitale*, dont l'homme représente le réservoir (Bouzit et al., 2016).

### I-10-2-Cadre réglementaire et classification des eaux de baignade

Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 du journal officiel de la République Algérienne réglemente les normes de qualité des eaux de baignade (tableau III).

**Tableau n° 03 : Qualité requise des eaux de baignade. Décret exécutif n° 93-164 du 10 juillet 1993 (BENAMAR, 2006)**

Paramètres	Valeurs guides	Valeurs impératives
<b>Coliformes totaux /100ml</b>	500	10.000
<b>Coliformes fécaux /100ml</b>	100	2.000
<b>Streptocoques fécaux /100ml</b>	100	-
<b>Salmonelles / 1L</b>	-	<b>0</b>
<b>Entérovirus PFU /10l</b>	-	<b>0</b>
<b>Vibrion cholériques /450ml</b>	-	<b>0</b>

Les concentrations inférieures ou égales aux valeurs guides indiquent une eau de bonne qualité. Les eaux dont les concentrations sont comprises entre les valeurs guides et les valeurs limites sont de qualité acceptable et doivent faire l'objet d'une surveillance continue.

## II- Description de la zone d'étude

### II-2-Choix des sites de prélèvements

Préserver ou restaurer la qualité bactériologique des eaux littorales impose la connaissance des concentrations bactériennes rejetées en mer, notamment à proximité des agglomérations.

Dans le cadre de notre étude, notre choix s'est porté sur deux sites de prélèvements localisés sur la plage de Puits de Béni-Saf et la plage de Chatt El Hillal.



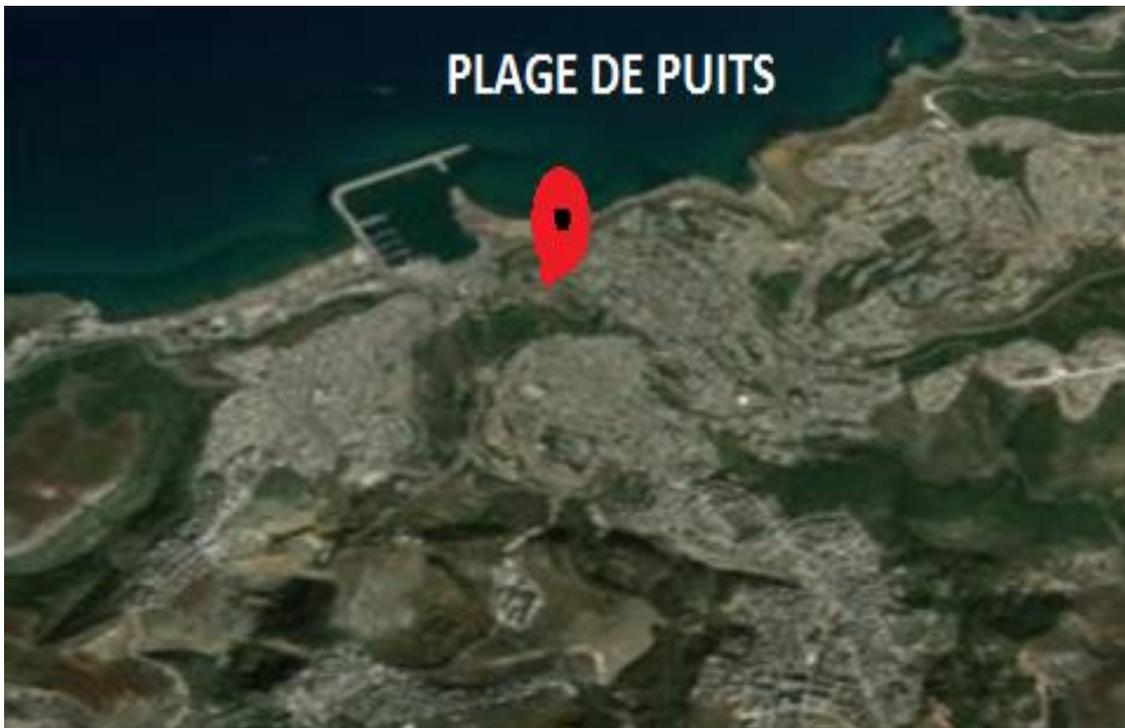
Figure n°03: Situation géographique du site de prélèvement

### II-3-Situation géographique de Béni-Saf

Béni Saf est une ville côtière et portuaire ou se situe plage de Puits, située au nord-ouest de l'Algérie. Elle fait partie de la wilaya d'Ain Témouchent. Fragmentée en plusieurs entités isolées les unes des autres.

#### La commune est limitée par:

- Au Nord, la mer méditerranée
- A l'Est, la commune de Sid Safi
- A l'Ouest, Rechgoun
- Au Sud, Oualhaça.



**Figure n° 04:** Image satellitaire du site Plage de Puits de Beni Saf

### II-4-Situation géographique de plage de Chatt El Hillal

La commune de Oueled El Kihel, où se situe la plage de Chatt El Hilal se localise au nord-ouest du territoire national et est limitée par la mer méditerranéenne au nord.

La commune Ouled El Kihel, où se situe la plage de el Hilal s'étend sur une superficie de 54,86 km<sup>2</sup> et possède une côte de 19 km de long.



**Figure n° 05:** Image satellitaire du site Plage de Chatt El Hillal

### **III- Matériel et méthodes**

Le but principal du présent travail est l'évaluation des qualités physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de mer, de la plage de puits de Beni Safet la plage de Chatt El Hillal de la wilaya d'Ain Témouchent. L'étude a été menée durant la période s'étalant de mars à Mai 2019.

#### **III-1-Prélèvement, transport et conservation des échantillons**

Pour contribuer à l'étude de l'évolution de la qualité bactériologique et physicochimique des eaux de mer du AinTémouchent, nous avons choisi deux points de prélèvement, qui sont localisés dans la plage de puits de Beni-Saf et la plage de Chatt El Hillal. Le choix des sites de prélèvement est basé sur certains critères : emplacement géographique, activités à proximité à savoir urbaines, industrielles

##### **III-1-1-Méthodes de prélèvement**

Le prélèvement des échantillons est l'une des étapes les plus importantes pour l'évaluation de la qualité de l'eau. Il est donc essentiel que l'échantillonnage soit effectué avec prudence, prélevé dans des flacons en verre stérilisé (pour les analyses bactériologiques). Ceux ci sont immergés en position verticale en le tenant par le fond, l'ouverture soit légèrement plus haute que le fond et dirigée dans le sens contraire de courant. Une fois remplis ils sont refermés sous l'eau pour éviter la formation de bulles d'air et tout risque de contamination lors du transport.

##### **III-1-2-Transport**

Emballer soigneusement les échantillons pour éviter les bris ou déversements, les échantillons est ensuite étiquetés et transportés dans une glacière.L'analyse au laboratoire débute dans un délai maximum de 8 heures après le prélèvement de l'échantillon selon les recommandations de (**Rodier, 2009**).

##### **III-1-3-Conservation des échantillons**

Tous les échantillons doivent être conservés à l'abri de la lumière et de la chaleur à une température maintenue entre 1 et 4°C afin d'éviter toutes les sources possibles de contamination, Les glacières utilisées doivent être propres et réservées si possible à l'analyse de l'eau de baignade.

### III-2-Méthodes d'analyses bactériologiques et physicochimiques de l'eau

#### III-2-1-Analyses physicochimiques

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

Pour les analyses physicochimiques nous avons réalisé un seul prélèvement pour l'eau de mer. Les analyses ont été effectuées dans le laboratoire de contrôle de la station de dessalement de Chatt El Hillal.

##### III-2-1-1-Mesure de pH

La mesure de potentiel hydrogène se fait par un pH-mètre selon les étapes suivantes :

- Allumer et Calibrer le pH-mètre avec les solutions tampons (pH=4, pH=7et de pH=10), vérifier la calibration du pH-mètre avec le standard pH=7
- Rincer l'électrode en verre avec l'eau distillé
- rempli dans un bêcher de 100ml l'eau à analyser.
- Mettre l'eau à analyser au contact de l'électrode de verre.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation et éviter les bulles d'air pour ne pas fausser le résultat.
- Puis noter la valeur de pH ainsi que celle de la température.
- Pour la maintenance de l'électrode rincer le après chaque mesure avec l'eau distillé.



**Figure n° 06 : PH-mètre**

### III-2-1-2-mesure de conductivité

Cette mesure se fait à l'aide d'un conductimètre de la manière suivante :

- Allumer l'appareil ;
- Calibrer le conductimètre avec du chlorure de potassium (KCL).
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée.
- tremper dans un bêcher de 100ml rempli avec de l'eau à analyser.
- mettre le pècher au contact de l'électrode.
- Noter la valeur de la conductivité en micro siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).
- Pour la maintenance de l'appareil rincer l'électrode après chaque mesure avec de l'eau ultra pure (eau distillée).



Figure n° 07: Conductimètre

### III-2-1-3-Mesure d'Oxygène dessous

La concentration de l'oxygène dessous dans une eau naturelle dépend de plusieurs paramètres physico-chimiques qui sont : la température, la pression atmosphérique (**Ramade, 1998**).



Figure n° 08 :Oxymètre

### III-2-2-Analyses bactériologiques

L'objectif de l'analyse bactériologique d'une eau basée sur la recherche et le dénombrement des bactéries d'origine fécale à savoir les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux et la recherche des bactéries pathogènes (**Guiraud , 1998**).

Ce travail consiste à la recherche de germes-tests et pathogènes suivants :

- Germes aérobies mésophiles totaux (G.A.M.T)
- Coliformes totaux ;
- Coliformes fécaux ;
- Clostridium Sulfito-Réducteurs;
- Staphylococcus
- Salmonelles

#### III-2-2-1-Recherches des coliformes totaux et fécaux

Le dénombrement des coliformes par la méthode NPP fait appel à deux tests consécutifs :  
-On ensemence trois tubes de BCPL (D/C=10ml) contenant une cloche de durham avec 10ml de la solution mère (eau à analyser).

-On ensemence trois tubes de BCPL(S/C=10ml) contenant une cloche de durham avec 1ml de la solution mère.

- On ensemence trois tubes de BCPL (S/C=10ml) contenant une cloche de durham avec 0,1ml de la solution mère.

- On incube le tube à 37° pendant 48h.

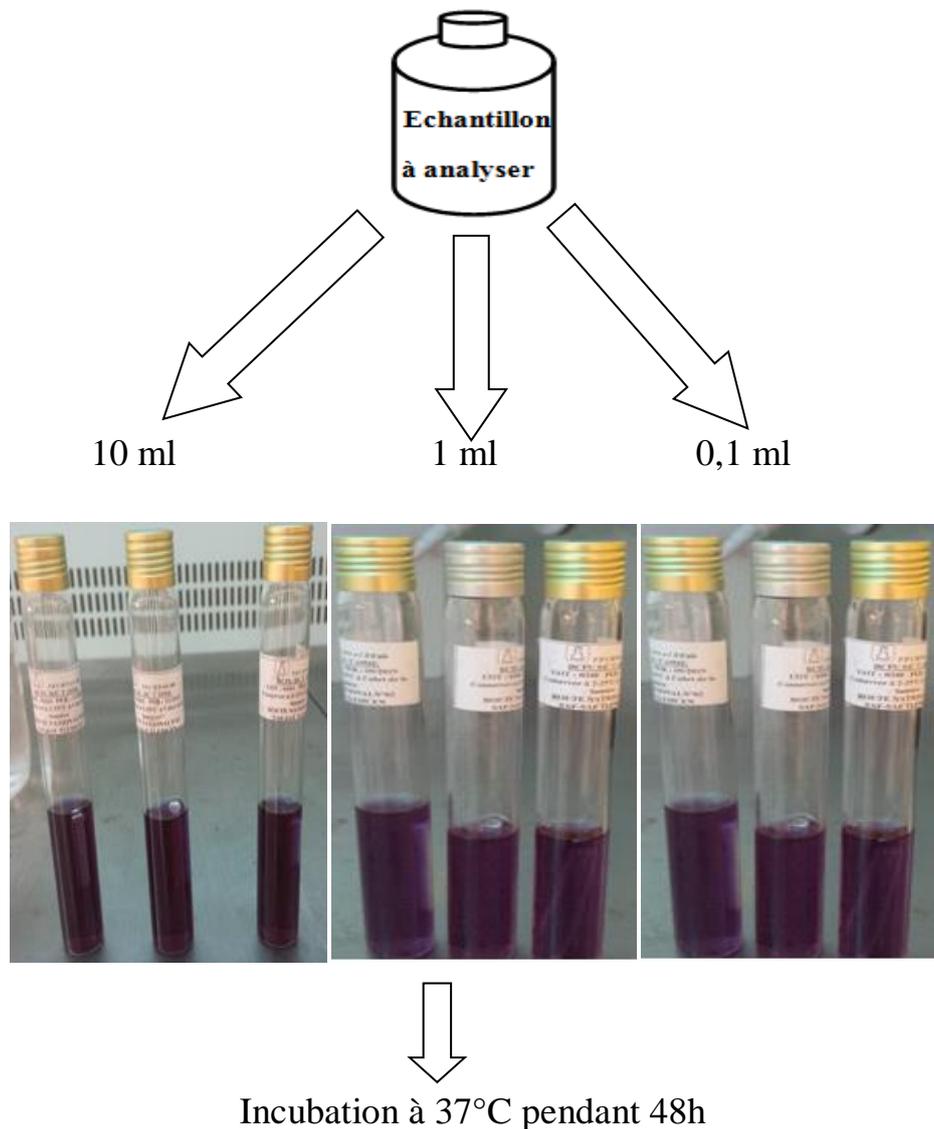
Les tubes positifs (présence de coliformes) se manifestent par un virage du violet au jaune avec un dégagement d'air dans la cloche de Durham.

**Un test confirmatif** réservé à la recherche des coliformes fécaux (CF) dits Coliformes thermo- tolérants en procédant au repiquage de 1 à 2 gouttes des tubes positifs du test présomptif sur le milieu Schubert + cloche de durham et on incube à 44°C pendant 24h. Après 24h, on ajoute 2 à 3 gouttes du réactif de KOVACS aux tubes. La confirmation de présence de

coliformes fécaux se manifeste par l'apparition d'un anneau rouge à la surface de la solution et production du gaz dans la cloche.

La détermination du nombre caractéristique de coliformes (le nombre de tubes positifs) permettra l'établissement du nombre le plus probable par la consultation de la table de Mc Grady (Annexe I).

### Protocole de recherche et du dénombrement de coliformes



**Figure n° 09** : recherche et dénombrement des coliformes totaux

### **III-2-2-2-Recherche et dénombrement des germes totaux**

Selon les normes internationales, les micro-organismes reviviscibles se définissent comme étant la totalité des bactéries, levures et moisissures capables de former des colonies dans ou sur le milieu de culture spécifié dans les conditions d'essai décrites.

#### **Mode opératoire**

A partir de l'eau à analyser, on met 2 fois 1 ml dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées (figure 7). Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 15ml de gélose PCA et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier.

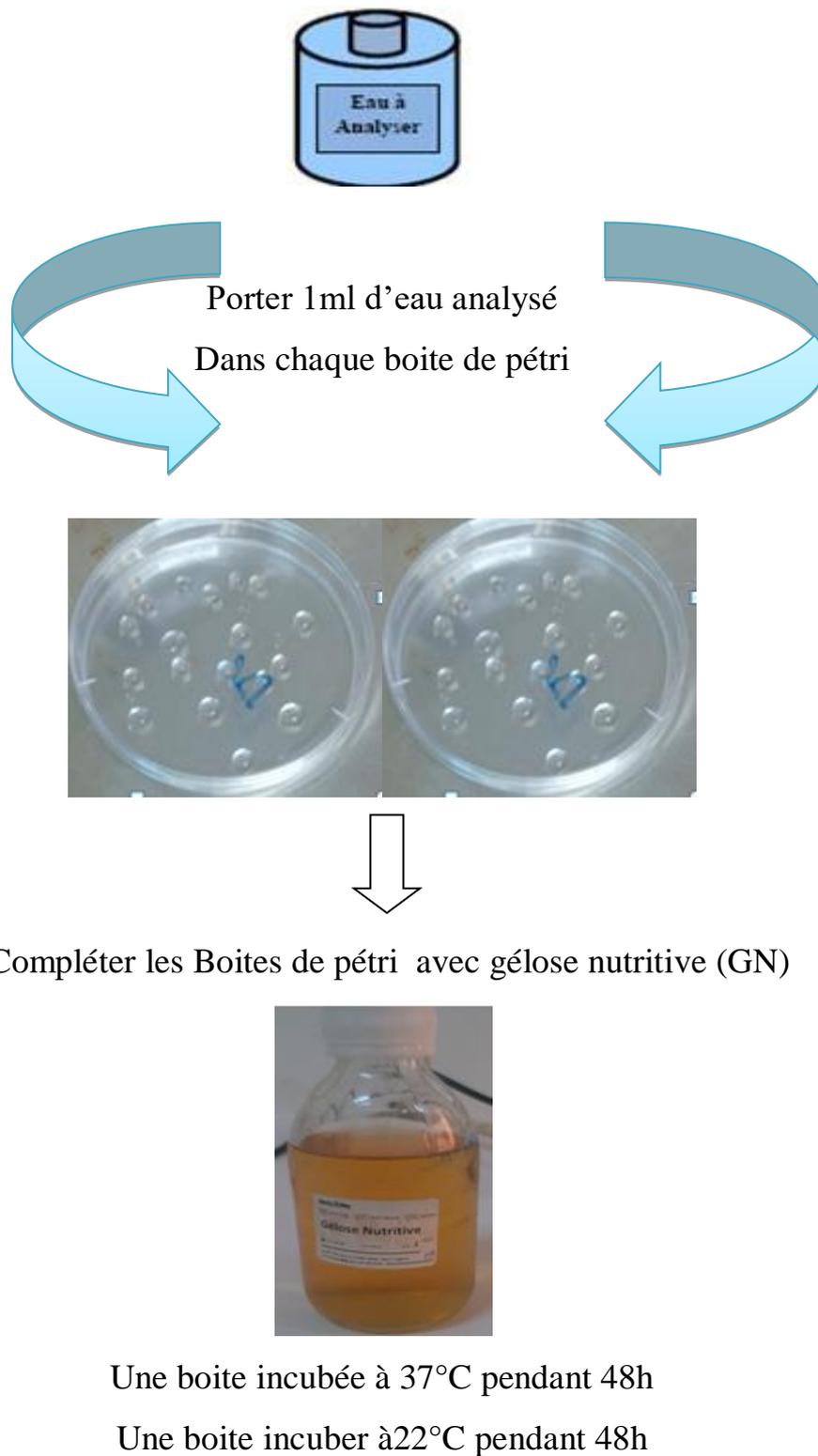
#### **Incubation et lecture**

Retourner les boîtes et incuber à une température de 37 °C pendant 24 h à 48 h, l'autre à 22 °C pendant 72 h. La lecture se fait après chaque 24h. On calcule le nombre de colonies formées présentes dans un millilitre d'échantillon.

#### **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par 1 ml (Germe/1ml).

**Protocole de recherche et du dénombrement de germes totaux**



**Figure n° 10** : recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau de mer

### **III-2-2-3-Dénombrement des Clostridium sulfito réducteurs**

#### **Principe**

Après la destruction des formes végétatives par chauffage à 80°C, l'échantillon est incorporé dans un milieu fondu additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer. Après solidification et incubation, la présence de germes sulfito- réducteurs se traduit par un halo noir de sulfure de fer autour des colonies.

#### **Milieu de culture**

- Gélose viande foie. - Solution d'alun de fer.

#### **Mode opératoire**

- On introduit dans 4 tubes à essai 20ml d'eau à analyser (5 ml dans chaque tube).
- On place les tubes dans un bain marie à 80°C pendant 5 minutes.
- On refroidit à 45°C, on ajoute 2 gouttes d'alun de fer et quatre gouttes des sulfites de sodium puis on remplit les 4 tubes avec 15 ml de gélose viande foie.
- On incube à 37 °C et on procède à une première lecture après 24h, une deuxième après 48h.
- Les clostridium sulfito-réducteurs réduisent le sulfite de sodium produisant des colonies entourées d'un halo noir dû à la formation de sulfure de fer.

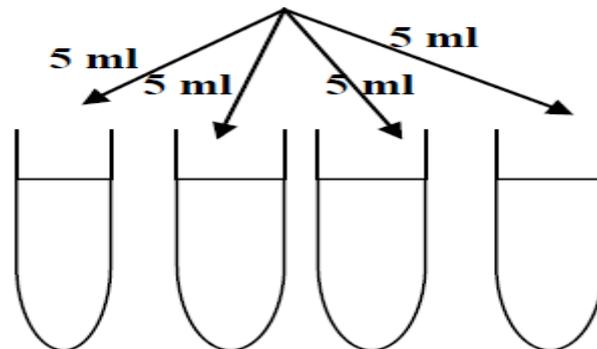
#### **Expression des résultats**

On exprime les résultats en nombre de germes par millilitre.

**Protocole de la recherche et du dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs**



Porter 5ml de l'eau à analyser dans chaque tube

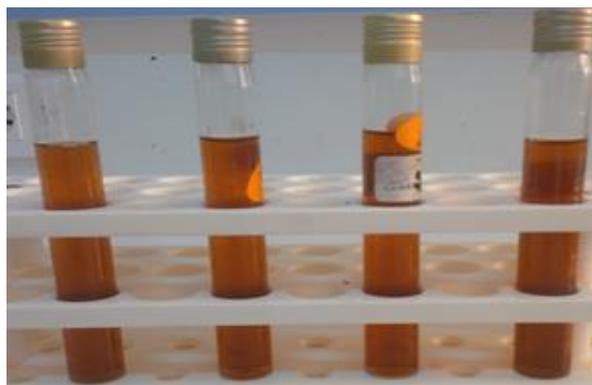


Chauffée les quatre tube à 80°C pendant 10min ou bain marie

Après refroidissement les tubes avec l'eau de robinet



En suite compliter chacune des tubes avec environ de 15 ml de gélose viande-foie (VF)



Incubation à 37°C pendant 48h

**Figure n° 11:** recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfito réducteurs

### III-2-2-4-Recherche et dénombrement de staphylococcus

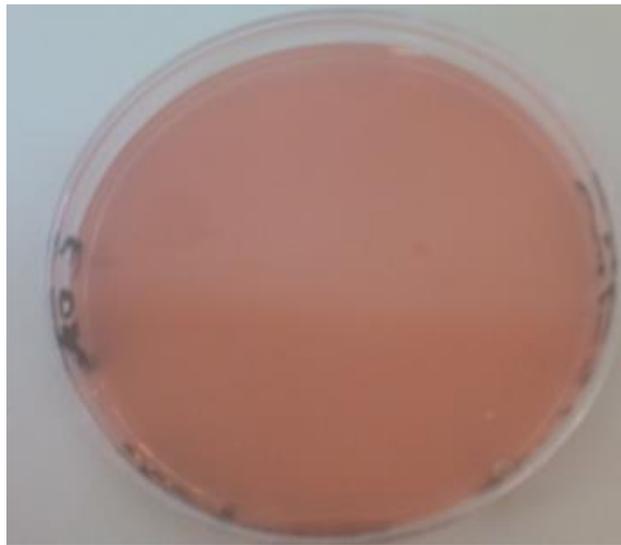
La gélose de Chapman au mannitol permet l'isolement sélectif, la recherche et le dénombrement des staphylocoques pathogènes. Elle est également employée au cours de l'examen bactériologique des eaux.

#### **Mode opératoire :**

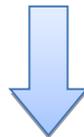
- Au moment de l'emploi faire fonde un flacon contenant la gélose Chapman.
- Refroidir et maintenir à 44-47°C.
- Couler en boîtes de Petri stériles (l'épaisseur de gélose doit être égale à 5 mm).
- Laisser solidifier sur une surface froide.
- A partir de la solution mère, on port aseptiquement 0,1ml (2gouttes) et mettre l'échantillon dans la surface de boîte de pétri et ensemencé à l'aide d'un écouvèonage.
- Incuber la boîte de pétri à 37°C pendant 48h.

**Protocole de recherche et du dénombrement de staphylococcus**

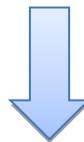
Coulé la gélose Chapman dans la boîte de pétri



Laisser solidifier sur une surface froide



Ensemencé 0,1ml de l'échantillon à la surface de la boîte de pétri à l'aide de  
écouvéonage



Incubation à 37°C pendant 48h

**Figure n° 12:** recherche et dénombrement des staphylococcus

## III-2-2-5-Recherche et dénombrement des salmonelles

Un très grand nombre de méthodes de recherche sur divers types de milieux sont disponibles. La recherche dans l'eau doit habituellement inclure une phase de pré-enrichissement, de sélection puis de confirmation.

### Mode opératoire :

#### Premier étape: Pré-enrichissement

Est destiné à revivifier les cellules de façon à faciliter la culture dans les bouillons d'enrichissement; il est réalisé à l'aide de divers milieux (ex: SFB).

#### Deuxième étape: Enrichissement et isolement

- À partir de la culture de pré-enrichissement, réaliser un ensemencement sur gélose Hektoën.
- Deuxième enrichissement sur milieu Sélénite (SFB) en tube à raison de 0.1 ml.

**L'incubation:** se fait donc à 37°C pendant 24h.

### Lecture :

La fermentation de lactose du saccharose ou de salicine se traduit par la couleur bleues ou vertes avec éventuellement un centre noir.

### Protocole de recherche et du dénombrement des salmonelles

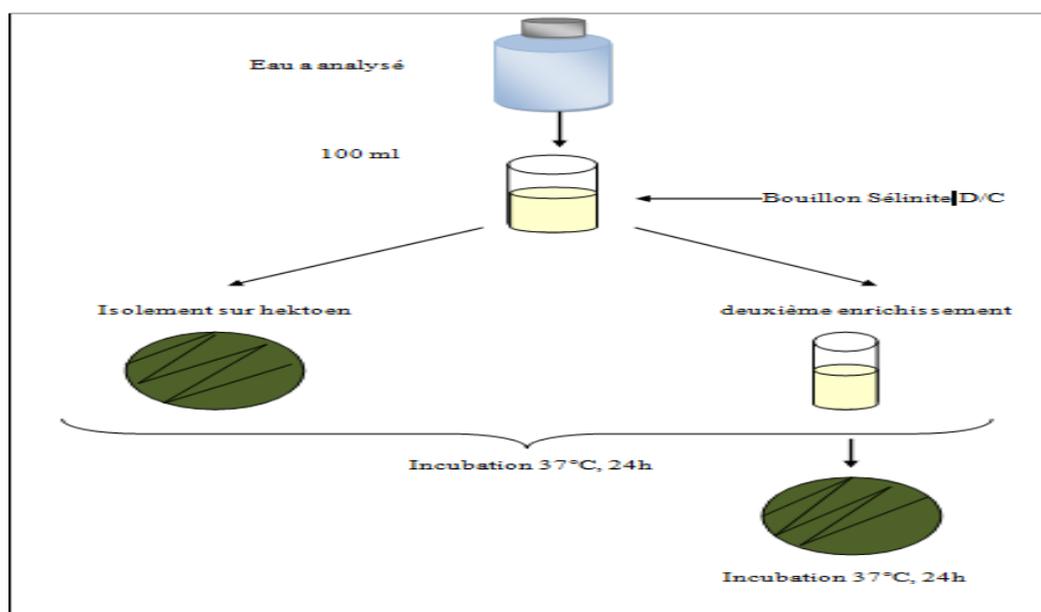


Figure 13: Recherche des *Salmonella*.

## Résultats et discussions

### I-Résultats des analyses physico-chimiques du l'eau de mer

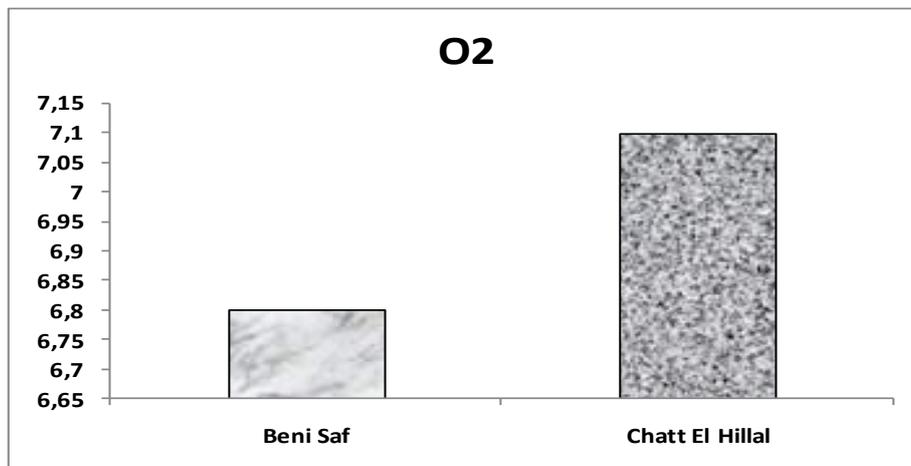
Les résultats de l'analyse physicochimique de l'eau nous ont permis de mieux cerner les caractéristiques environnementales de nos stations.

#### I-1-L'oxygène dissous

Les résultats de la mesure de la concentration de l'oxygène dissous de l'eau de mer des deux sites plage de puits et plage de Chatt El Hillal sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau n°04 :** Les résultats de la mesure de l'oxygène dissous de l'eau de mer des deux sites

Les sites	Plage de puits	Plage de Chatt El Hillal
O <sub>2</sub>	6.8	7.1



**Figure n°14 :** Les résultats de la mesure d'O<sub>2</sub> de l'eau de mer des deux sites

Les résultats montrent que la concentration de l'oxygène dissous de l'eau de mer des deux sites est inférieure à la norme qui est 10mg /l (**Journal officieie de la republiquealgerienne n° 46, 1993**)

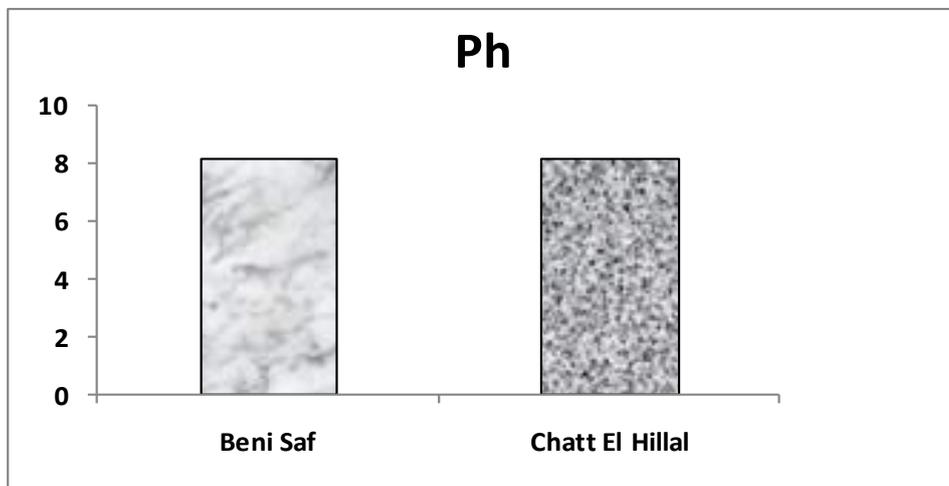
L'oxygène dissous, l'un des plus importants indicateurs du degré de la pollution des eaux.

### I-2-Le Potentiel d'hydrogène (pH)

Sur le tableau nous présentons les résultats de la mesure du pH de l'eau de mer des deux sites plage de puits, plage el Hillel

**Tableau n° 05 :** Les résultats de la mesure du pH de l'eau de mer des deux sites

Les sites	Plage de puits	Plage de Chatt El Hillal
PH	8.16	8.16



**Figure n°15 :** Les résultats de la mesure de Ph de l'eau de mer des deux sites

La réglementation algérienne indique un pH dans l'intervalle de 6.5 à 8.5.

Il ressort du tableau, que les valeurs enregistrées pour le pH sont similaires et de 8.16 dans les deux plages. Ce qui nous permet de dire que notre eau est dans les normes.

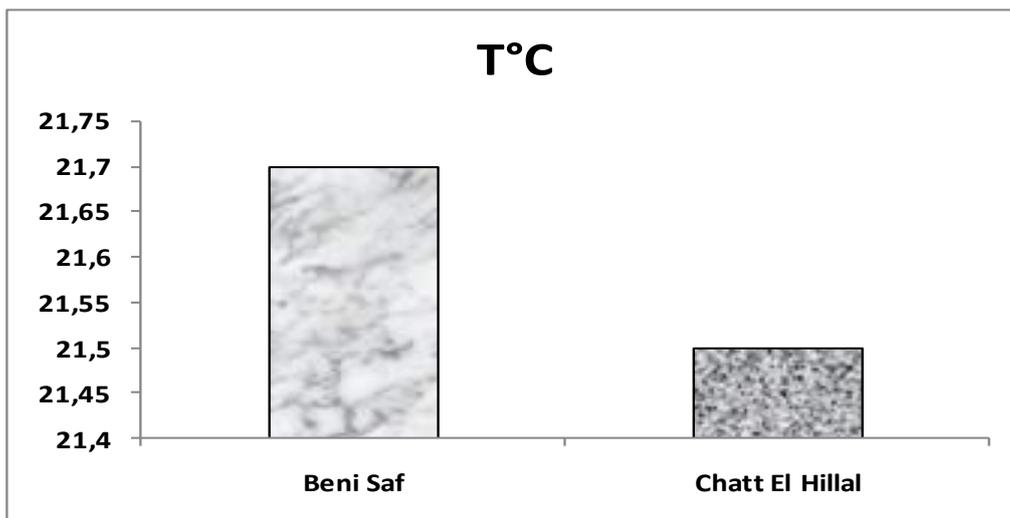
Le pH et l'oxygène dissous varient dans le même sens puisqu'ils sont étroitement liés par les réactions de photosynthèse et de respiration.

### I-3-La température

Les résultats de la mesure de la température de l'eau de mer de deux sites plage de puits, plage de ChattEl Hillal sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau n° 06 :** Les résultats de la mesure de la température de l'eau de mer de deux sites.

Les sites	Plage de puits	Plage de Chatt El Hillal
T°C	21.7	21.5



**Figure n°16 :** Les résultats de la mesure de la température de l'eau de mer des deux sites

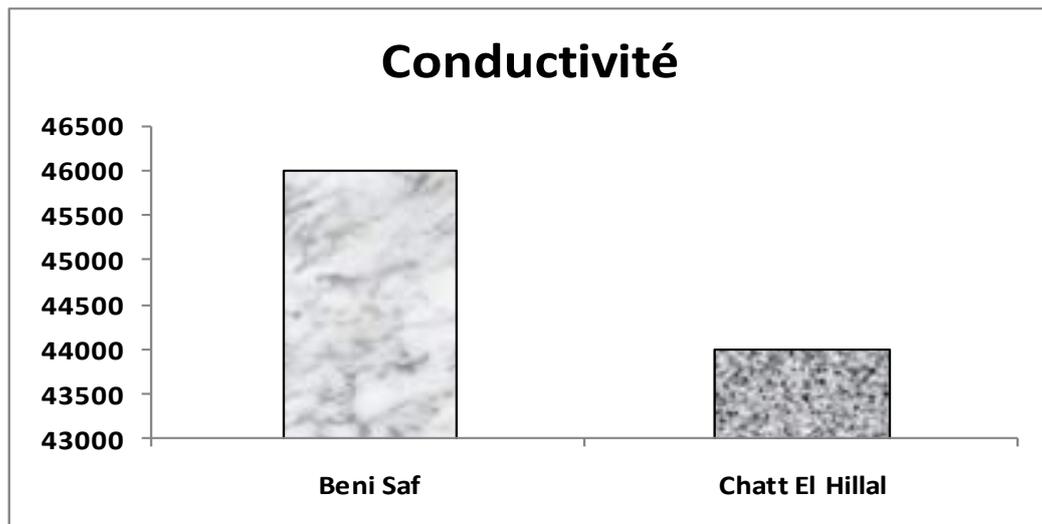
L'analyse de la température dans nos sites de prélèvement, nous on permet d'enregistrer une valeur de 21.7° C, elles ne dépassent pas les normes.

### I-4- La conductivité :

Le tableau montre les résultats de la mesure de la conductivité de l'eau de mer de deux sites Plage de puits, plage Chatt El Hillal

**Tableau n° 07** : Les résultats de la mesure de la conductivité de l'eau de mer de deux sites.

Les sites	Plage de puits	Plage de Chatt El Hillal
Conductivité	46000	44000



**Figure n°17** : Les résultats de la mesure de la conductivité de l'eau de mer des deux sites

Pour les résultats de la conductivité l'eau de mer de la plage de puits de Beni Saf représente des taux plus élevées par rapport à l'eau de mer de la plage de Chatt El Hillal.

### II- Paramètres bactériologique

#### II-1-Résultats de la recherche et du dénombrement des micro-organismes

##### II-1-1-Coliformes totaux et fécaux

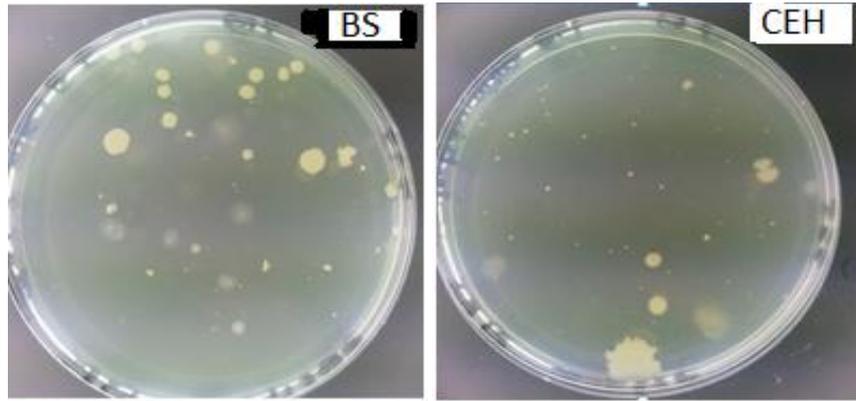
Pour les Coliformes totaux et fécaux on remarque l'absence totale de ce germe dans l'eau de mer analysé pour les deux sites (Figure n°18). Ces résultats concordent bien avec les normes du Journal Officiel (Tableau n°03).



**Figure n° 18:** Absence des coliformes.

##### II-1-2-Les germesaérobies mésophiles totaux

Sur la figure n°19, on observe les colonies des germes aérobies mésophilestotaux qui apparaissent sur la surface de gélose nutritive (GN) en masse sous forme de petites colonies.

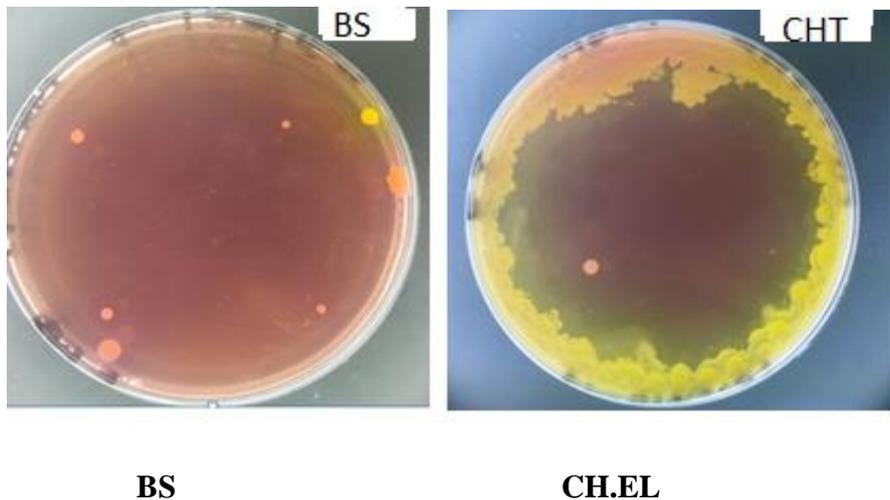


**Figure n° 19:** Aspect des colonies des germes aérobies mésophiles totaux

On remarque que la valeur des germes totaux présentée dans l'eau de mer de la plage de puits de Beni-Saf est égale à 36000 germes / 100 ml, et qui est de 26000 germes / 100 ml enregistré dans les échantillons de l'eau de mer de Chatt El Hillal. Ces valeurs dépassent la norme exigée par le journal officiel Algérien (tableau n° 03).

### II-1-3- Staphylococcus

On observe l'apparition de colonies staphylococcus sur milieu la gélose Chapman. Ces colonies sont de petite taille (Figure n°20).



**Figure n° 20:** Aspect des colonies *Staphylococcus* sur milieu la gélose Chapman.

L'observation des deux échantillons, nous permet de révéler la présence de *Staphylococcus* dans les eaux de mer des deux sites (la plage de puits de Beni Saf et la plage de Chatt El

Hillal) analysés avec des valeurs égal à 6000 germes / 100 ml, 3000 germes / 100 ml respectivement. Ces résultats ne sont pas conformes à la norme algérienne.

### II-1-4-Clostridium Sulfito-Réducteurs

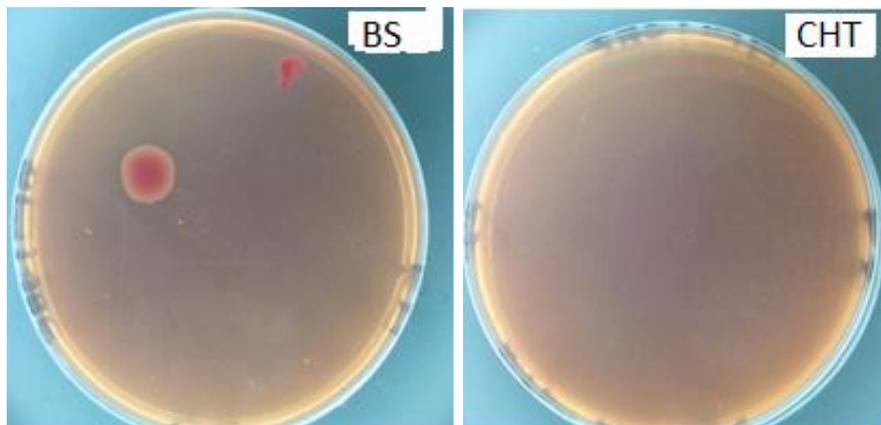
Sur la figure n°21 on observe l'absence totale de Clostridium Sulfito-Réducteurs dans l'eau de mer analysé pour les deux sites. Ce résultat est conforme à la norme algérienne.



**Figure n° 21:** Résultats des *Clostridium* sulfite réducteurs

### II-1-5-Salmonelles

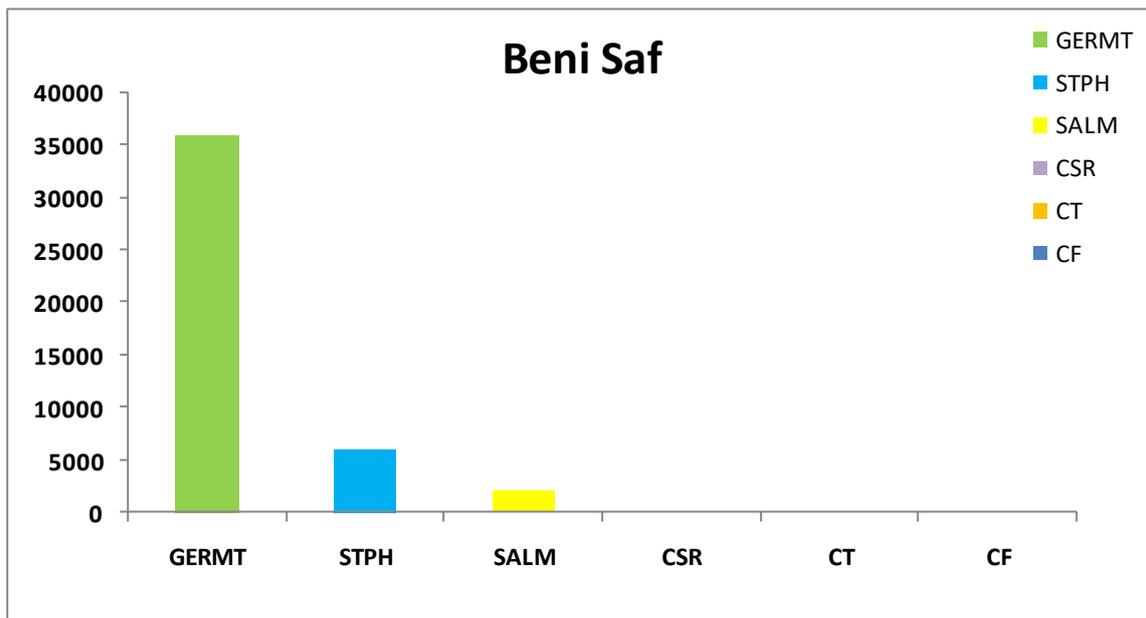
Les colonies de Salmonelles sur la gélose S-S sont des colonies rouge entourées d'un halo jaune (Figure n°22).



**Figure n° 22 :** présence des colonies des *Salmonella* dans la plage de puits.

D'après la figure, on remarque la présence des colonies de *Salmonella* dans les échantillons de l'eau de mer de la plage de puits de Beni Saf. Par contre les échantillons de l'eau de mer de ChattEl Hillal, ont montré une absence totale de *Salmonella*.

### II-2-Dénombrement des indicateurs de contamination dans l'eau de mer du site plage de Puits



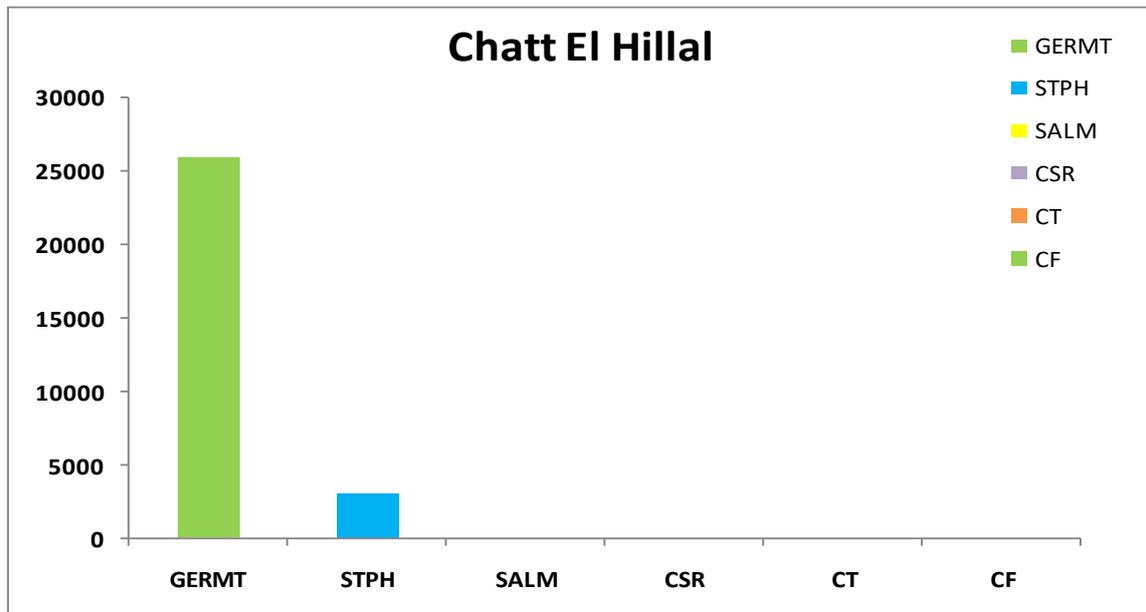
**Figure n°23 :** Dénombrement des indicateurs de contamination dans l'eau de mer de la plage de Puits de Béni-Saf

Au niveau de la plage de Puits, on observe en premier lieu l'absence totale des Clostridium Sulfito-Réducteurs, des coliformes totaux et fécaux, et la présence en concentration importante des germes tels que les germes totaux, les staphylococcus et les salmonelles. (Fig°23).

A partir de ces résultats on note que le taux des germes totaux est très élevé avec un nombre de 36000 germes / 100 ml. (Fig°23.). Concernant le dénombrement des staphylococcus, les résultats obtenus sont de 6000 germes / 100 ml.. Pour ce qui concerne les salmonelles, les résultats du dénombrement révèlent leur présence en concentration inférieurs par rapport aux staphylococcus avec un taux de 2000 germes / 100 ml. (Fig. n°23).

Pour les coliformes fécaux et totaux et les Clostridium Sulfito-Réducteurs les résultats du dénombrement étaient négatifs.

### II-3-Dénombrement des indicateurs de contamination dans l'eau de mer du site Chatt El Hillal



**Figure n°24 :** Dénombrement des indicateurs de contamination dans l'eau de mer de la plage de Chatt El Hillal

La figure n°24 montre les concentrations bactériennes enregistrées à partir de l'analyse bactériologique de l'eau de mer de la plage de Chatt El Hillal.

Pour le dénombrement des germes totaux Nous pouvons constater que les valeurs enregistrés sont supérieure aux normes exigées, et qui est de 26000 germes/ 100 ml.

Pour les staphylococcus, leur présence se révèle avec des taux moins important par rapport aux taux des germes totaux, 3000 germes / 100 ml.

Nous remarquons d'après la figure l'absence total des coliformes fécaux et totaux ainsi que l'absence des *Salmonella* et Clostridium Sulfito-Réducteurs.

II-4-Etude comparative des différents germes dans l'eau de mer des deux sites

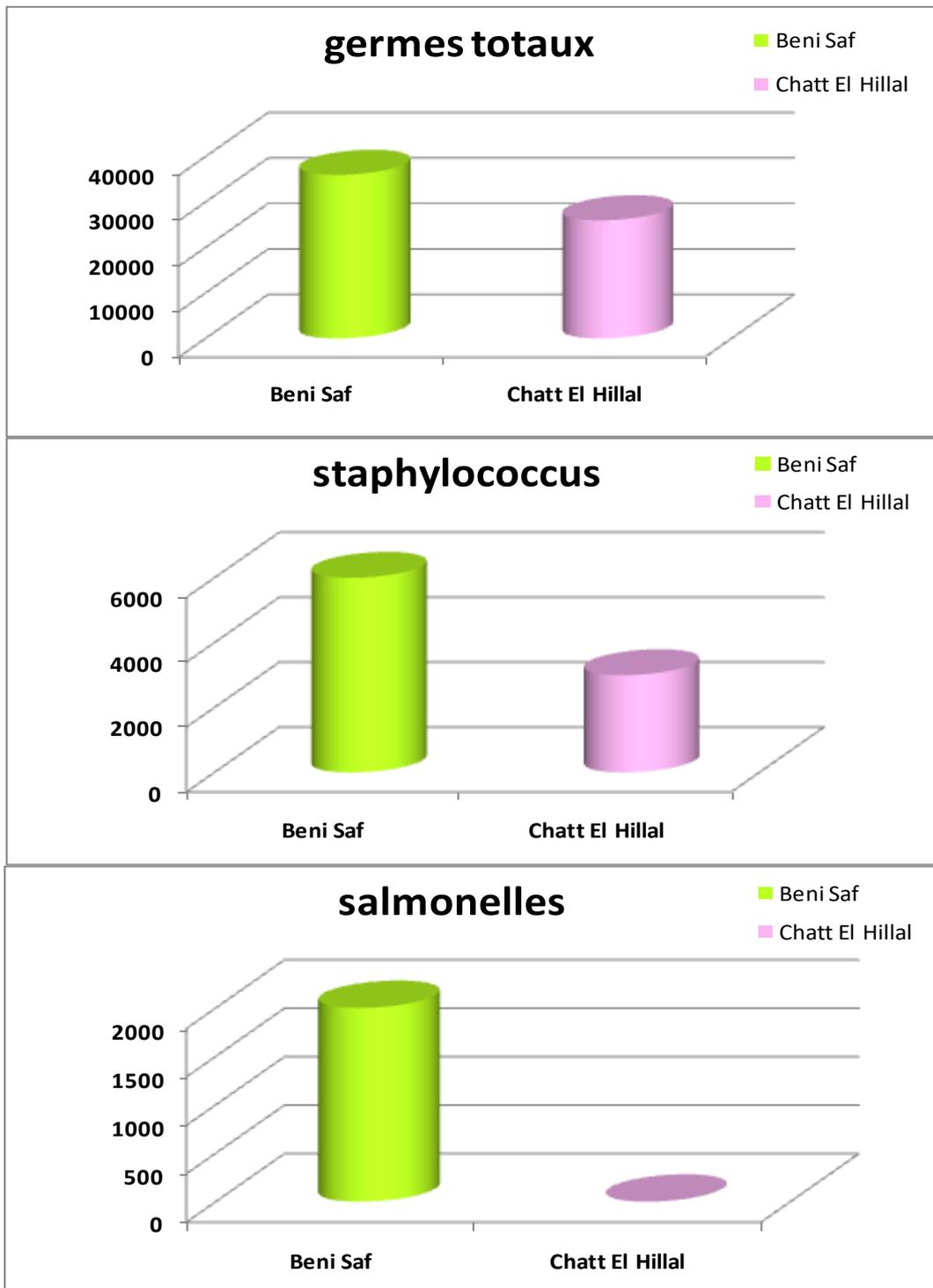
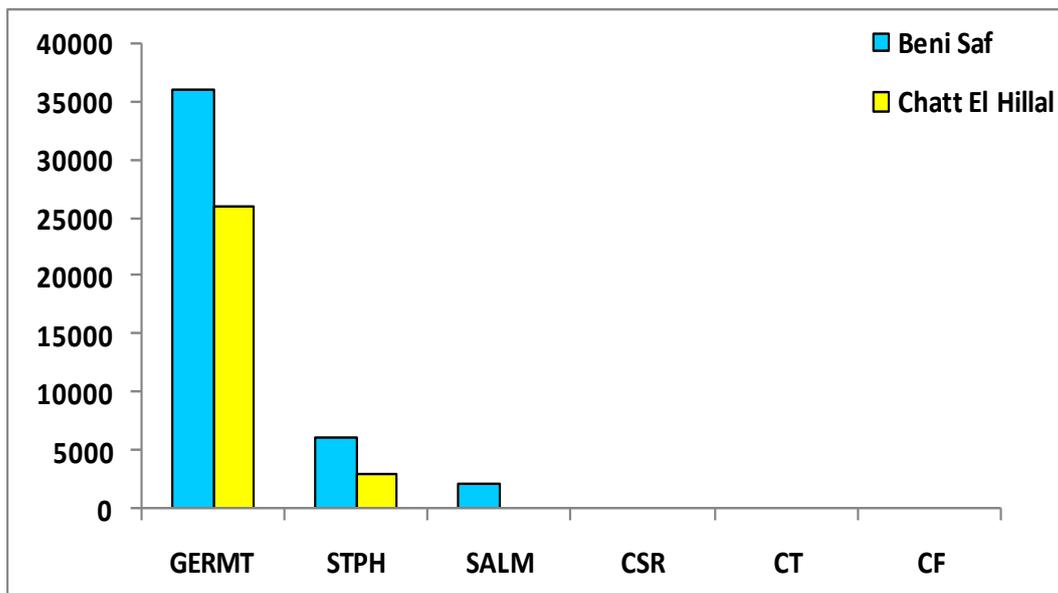


Figure n°25 : Variations des différents germes dans l'eau de mer des deux sites

## Résultats et Discussions

La figure permet de comparer les concentrations des différents germes analysés durant la période d'étude dans l'eau de mer des deux sites.

Les résultats de l'analyse montrent la présence des germes totaux et des staphylococcus avec des taux plus élevés dans la plage de Puits de Béni Saf par rapport à celle de la plage de Chatt El Hillal, par contre les résultats de l'analyse révèlent la présence des salmonelles uniquement au niveau de la plage de Puits.



**Figure n° 26:** Comparaison des taux des différents germes dans l'eau de mer des deux sites

D'après la figure n°26, on remarque que les valeurs des germes aérobies mésophiles totaux enregistrés dans les deux plages sont très élevées, avec un taux supérieur au niveau de la plage de Puits par rapport à celle de l'eau de mer de la plage de Chatt El Hillal. Ces valeurs dépassent la norme exigée par le journal officiel Algérien (tableau n° 03).

Pour ce qui est des staphylococcus, des teneurs qui dépassent les valeurs guides qui sont fixées à 100 germes /100ml sont notées au niveau de la plage de Chatt El Hillal, elle est de 3000 germes/100ml.

Les résultats obtenus montrent une absence totale de salmonelles dans l'eau de mer de Chatt El Hillal, par contre dans les eaux de mer de la plage de Puits de Béni-Saf, on a trouvé une valeur en salmonelles égale à 2000 germes/100ml., ce qui est inférieur à la norme.

### Discussions

Notre étude consiste à faire une analyse physico-chimique et microbiologique de l'eau de mer des deux plages (plage de puits et plage de ChattEl Hillal). Les résultats obtenus sont comparés aux normes algériennes et européennes.

Les mesures de la température dans les eaux des deux sites est de 21.7°C et est donc conforme aux normes des eaux. La diminution de la température de l'eau de mer est due au climat T = 25° qui influe sur la couche superficielle de la mer. **(Rodier, 2009).**

La température de l'eau suit celle de l'air qui dépend du climat régional de type méditerranéen semi-aride à hiver chaud **(Emberger, 1955).**

Les eaux étudiées contiennent des teneurs en oxygène dissous sont inférieures à la norme algérienne fixée à 10mg /l **(Journal Officiel de la République Algérienne n° 46, 1993)**

Les eaux superficielles peuvent en contenir des quantités relativement importantes proches de la saturation. Les eaux profondes n'en contiennent le plus souvent que quelques milligrammes par litre **(Rodier, 2009).**

La variation de ce paramètre est due aux mélanges des masses d'eaux, échange air- mer, la respiration de la biomasse (ensemble de la faune et de la flore aquatique) et la photosynthèse **(Rodier, 2009).**

La diminution des teneurs en oxygène dissous indique la présence d'une activité bactérienne consommatrice de l'oxygène dissous et la diminution de la capacité d'autoépuration de ces eaux.

Le pH est un facteur physique d'une importance capitale pour la croissance des microorganismes et les valeurs qu'il prend seront déterminantes des espèces qui vont coloniser le milieu. Le pH de l'eau est très influencé par la température et par la nature de la roche mère **(Collignon, 1986).**

Les valeurs enregistrées pour le pH de l'eau de mer de chaque site dans la norme (entre 6 et 8). **(journal officiel de la république algérienne n° 46, 1993).**

## Résultats et Discussions

---

Les variations de la conductivité de l'eau montrent que la conductivité des deux sites plage de puits et plage de ChattEl Hillal est dans la norme qui est 56 mS /cm, Il existe une relation proportionnelle entre la teneur en sel dissous d'une eau et sa conductivité.L'augmentation de la conductivité d'une solution est due à la forte concentration en sels tel que les chlorures (**Rodier, 2009**),

La mer est une zone de grande diversité et productivité biologique. C'est une zone sensiblement importante à protéger. Elle est menacée par le développement intense des activités humaines et les grands projets d'aménagement.

L'analyse dans l'eau de mer des deux sites montre l'existence de concentrations importantes des différents germes indicateurs de contamination fécale.Ce qui peut être expliquées par la forte charge bactérienne apportée par les eaux usées expulsées sans traitement préalable vers la plage.

Le dénombrement des germes aérobies mésophiles ou germes totaux est utilisé comme indicateur de pollution, beaucoup plus général vis à vis de toute pollution microbienne : c'est le dénombrement total des bactéries(**El Haissoufi,2011**).

Les analyses de l'eau de mer dans les deux sites montrent une présence des germes aérobies mésophiles totaux avec un taux de 36000 germes/ml. La réglementation algérienne indique une valeur de 20000germes/ml à 37°C pendant 24h et 10000 pour 22°C à 72h par millilitre à ne pas dépasser.

Le dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux est utilisé comme indicateur de pollution et également comme indicateur d'efficacité de traitement.La contamination de ces eaux par les germes totaux pourrait être due à la pollution avoisinante (élevage des bétails, existence des fosses septiques et des latrines) et l'absence d'un réseau d'assainissement(**Ait Boughrous, 2007**)

Les germes totaux à 37°C sont des bactéries d'origine intestinale (humaine ou animale) (**El Haissoufi et al., 2011; Ceaq, 2011**).

Ces fortes contaminations s'expliquent évidemment par l'élévation de la température de l'eau de mer en ce début de saison printanière et qui implique l'apparition d'un développement bactérien important(**Souidi, 2008 et Benguedda-Rahal, 2011**).

## Résultats et Discussions

---

La norme recommandée concernant les salmonelles est un taux de germes inférieur à 100 germe/ml dans l'eau de mer). Les résultats obtenus montrent une absence totale de salmonelles dans l'eau de mer de la plage de Chatt El Hillal, par contre dans les échantillons de la plage de puits on a trouvé la présence en salmonelles égale à 2000 germes/100ml, ce qui est supérieur à la norme.

La recherche des espèces pathogènes tels que les Salmonelles conduit à la connaissance des zones de pollution dangereuses d'une part; et permet d'évaluer la valeur du traitement d'une station d'épuration d'eaux d'égouts dont l'effluent (tels les voisinages de plages de baignade) doit pouvoir être débarrassé de tout germe pathogène avant son rejet dans le milieu naturel, d'autre part (**Souidi, 2008**).

Les résultats de l'analyse microbiologique de la recherche de coliformes totaux et fécaux ont montré une absence totale de ce germe dans l'eau de mer pour les deux stations, ce qui est conforme à la norme algérienne.

Concernant les *Staphylococcus* La norme recommandée est un taux de germes inférieur à 100 germe/ml dans l'eau de mer. Les résultats obtenus montrent une présence de *Staphylococcus* dans l'eau de mer de la plage de puits de Beni Saf et la plage de Chatt El Hillal avec un taux de 6000 germe/100ml et 3000 germe/100ml respectivement. Un taux élevé de *Staphylococcus* a été aussi trouvé dans l'étude réalisée dans les plages de Bejaia (**Bouzit et al., 2016**).

Les analyses de l'eau de mer dans les deux sites montrent une absence des coliformes et de *Clostridium sulfito-réducteurs*. Les coliformes totaux sont d'origine animale et humaine, leur présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales (**Chevalier, 2003**). La présence des coliformes thermotolérants, signe l'existence quasi certaine de la contamination fécale d'une eau (**Richard, 1996; Figarella et Leyral, 2002; Rodier et al., 2009; El Haissoufi et al., 2011**).

Les *Clostridium sulfito-réducteurs* sont des germes capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. Ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent donc un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (**Hamed et al., 2012**).

Les conséquences de la pollution sur les eaux sont la destruction des ressources vivantes, le déséquilibre des milieux physiques, biologiques et des écosystèmes aquatiques à travers l'eutrophisation, particulièrement dans les zones maritimes ou côtières (**Keddal et Yao N'dri, 2008**). En plus de ses conséquences, il y a celles liées à la pollution des eaux sur la santé humaine mais elles ne sont pas toujours immédiates. Les eaux contaminées consommées par les populations contiennent des microorganismes banals et pathogènes sources de plusieurs maladies hydriques (choléra, dysenterie, diarrhée, fièvre typhoïde).

Ainsi, l'eau source de vie peut devenir un danger pour l'environnement et pour les utilisateurs si elle n'est pas de qualité acceptable (**Agassounet al., 2012**).

Les activités anthropiques à caractère socio-économique couplées à celles des processus naturels (érosion des sols, précipitation, évaporation) provoquent des problèmes d'eutrophisation, l'asphyxie de l'environnement aquatique ainsi que les problèmes sanitaires des populations (**Ado et al., 2010**).

L'origine de la contamination fécale peut être attribuée à l'utilisation des matières fécales des animaux comme engrais pour les terres agricoles. Cette matière fécale peut être véhiculée par l'eau de pluie en milieu agricole, les déjections d'animaux d'élevage représentent la principale source de contamination bactériologique des eaux (**Maul, 1982**).

La contamination bactériologique et due aux rejets d'eaux usées non traitées qui polluent le littoral de Béni-Saf, ce qui a notamment pour effet de diminuer la teneur en O<sub>2</sub> dissous dans l'eau, d'accroître la turbidité, et d'aggraver la pollution par les microorganismes.

La qualité microbiologique des eaux de baignade de Ain Temouchent s'apparente à celle des autres villes côtières Algériennes peu polluées comme Bejaia, Skikda et Oran.

A l'issue de notre travail de recherche, les résultats obtenues, ne laisse aucun doute à la réalité de la pollution bactériologique de la plage de Puits et la plage de Chatt El Hillal. la contamination semble être d'une origine mixte (humaine et animale) avec une prédominance humaine. La prépondérance de la contamination d'origine humaine est essentiellement due aux rejets domestiques sans traitement dans les milieux côtiers (**Bouzit, 2016**).

Notre présent travail effectué dans le littoral de Ain Temouchent est partiel et il serait donc nécessaire de compléter cette étude par une large analyse microbiologique (recherche des germes pathogène) pour une meilleure estimation du risque sanitaire et une prévention adéquate.

## Conclusion

---

Ce modeste travail a porté sur l'évaluation de la qualité physicochimique et microbiologique des eaux de mer de deux sites (plage de Puits de Beni Saf et plage de Chatt El Hillal).

Les résultats obtenus lors des analyses physico-chimiques effectuées sur nos échantillons montrent que cette eau présente généralement des valeurs conformes à celles des normes algériennes et de l'OMS.

Dans cette étude, nous avons abordé la problématique liée à la pollution microbiologique des eaux de baignade de la cote de Ain Temouchent. A l'aide des analyses bactériologiques (coliformes totaux, coliformes fécaux, germes totaux, *Clostridium* sulfite réducteurs, staphylococcus et salmonelles ),

Les résultats obtenus nous ont permis de constater une présence des Germes aérobies, des Staphylococcus et des Salmonelles à des concentrations qui dépassent les normes et une absence totale des Coliformes totaux et des Coliformes fécaux et des *Clostridium* sulfite réducteurs.

Il ressort de notre étude que la principale source de contamination microbiologique des eaux côtières de Ain Temouchent est d'origine urbaine et touristique, liée sans doute à la contamination fécale par les eaux usées déversées directement dans les milieux naturels.

Ces résultats ne sont pas suffisantes pour déterminée la qualité de l'eau de mer des deux sites par ce qu'il faut faire des échantillonnages durent tous les mois de l'année

Notre présent travail effectué dans les eaux de baignade de Ain Temouchent est partiel et il serait donc nécessaire de compléter cette étude par une large analyse microbiologique (recherche des germes pathogène) pour une meilleure estimation du risque sanitaire et une prévention adéquate.

La mise en œuvre d'une stratégie de développement des stations d'épurations et de traitement des eaux pourrait représenter une solution pour éviter les pollutions ponctuelles du milieu côtier.

## Référence bibliographiques

---

**Agassounon DjikpoTchiboza M, Kèlomè NC, Lawin EA, AyiFanou L, Anago DG, Mama D, Bocodaho OBML, Capo-Chichi R, Ahanhanzo C. 2012.** Qualité des eaux de forage utilisées sur le campus d'Abomey-Calavi au Bénin. *Africa Geoscience Rewiev*, 19 (2): 93 - 102.

**Ait Boughrous A., (2007)** Biodiversité, écologie et qualité des eaux souterraines de deux régions arides du Maroc : le Tafilalet et la région de Marrakech. Thèse Doctorat. Université CadAyyad ; Fac. Sci. Semlalia Marrakech., 207p.

**Aminot. A & Chaussepied. M, 1983** Manuel des analyses chimiques en milieu marin CNEXO, Brest, p 395.

**Archibald F., (2000).** The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems - a cause for concern? *Water QualRes J. Canada*, 35, PP:1 -22.

**Bernard C, 2007** « Introduction à l'étude de la médecine expérimentale », , édition BiblioBazaar.

**Benamar M.E.A., 2006**– Guide de contrôle des eaux de baignade du littoral algerien. Laboratoire de physique fondamentale et appliquée (FUNDAPL), Univ. Blida1, Algerie.

**Benguedda-Rahal W, 2011**– Contribution à l'étude de la bioaccumulation métallique dans les sédiments et différents maillons de la chaine trophique du littoral extrême ouest algérien. Thèse de doctorat. Université Abou BekrBelkaid, Tlemcen. 117p.

**Bennana M., (2013).** Étude de la pollution de l'eau et du littoral du lac de Hassi ben Abdellah, Master académique, Université KasdiMarbah, Ouargla, 46p.

**Benmaïd A., (2013).**La sécurité liée à l'eau : gestion des risques et arbitrages, Commissariat général au développement durable, Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable, études & documents, N° 100, 40p.

**Bouzit t, Hammouche A, 2016-** Contribution au suivi de l'influence du cadre de vie et des diverses activités exercées sur la qualité de l'eau de mer et l'impact sur la santé humaine dans la wilaya de Bejaia.30p

## Référence bibliographiques

---

**Boeglin J.C. (2009).** Propriétés des eaux naturelles, Technique de l'ingénieur, traité environnement, G1, 110p

**Bradai. M. N, 1994,** Mémoire sur la floraison et la fructification de deux phanérogames marines

**Bremond R et Perrodon C., 1979** -Paramètres de la qualité des eaux. Ministère de l'environnement Direction de prévention des pollutions, France, 2 e éd, 259p.

**Brisou J.F. et Denis F.A. (1978).**Hygiène de l'Environnement Maritime. Edition :Masson, Paris.

**CEAEQ., (2000),** Recherche et dénombrement des coliformes totaux; méthode par filtration sur membrane, Centre d'expertise en analyse environnementale, Gouvernement du Québec, 25 p.

**CEAEQ, (2011).** Recherche et dénombrement des bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies facultatives: méthode par incorporation à la gélose, MA.700-BHA35 1.0, Rév.3, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 15 p.

**Chedad K., Assobhei O. (2007).** Etude de la survie des bactéries de contamination fécale (coliformes fécaux) dans les eaux de la zone ostréicole de la lagune d'Oualidia. Bulletin de, l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, Maroc ; 29 :71-9.

**Chevallier. H, 2007 :** Titre de livre : L'eau un enjeu pour demain. p 26, ETAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES, Sang de la terre.

**Collignon B., 1986-**Hydrologie appliqué des aquifères Karstiques des monts de Tlemcen (Algérie). Thèse de Doctorat. Université d'AVIGNON. Spécialité hydrologie.

**Desjardins** Technique de la gestion et de la distribution de l'eau ; édition (2009).

**Edberg S.C., Rice E.W., Karlin R.J., Allen M.J., (2000).***Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection, Journal of Applied Microbiology, N°88, PP: 106-116.

**Faurie C, Medori P, Ferra C., (2003).**Ecologie: Approche scientifique et pratique, 5éme Edition, Lavoisier doc et tec, Paris, 312p.

## Référence bibliographiques

---

**Festy B., Hartemann P., Ledrans M., Levallois P., Payment P., Tricard D. (2003).** Qualité de l'eau. In : Environnement et Santé Publique. Edition : Technique et Documentation, Paris, 1024p

**Figarella J., Leyral G., (2002).** Analyse des eaux: Aspects réglementaires et techniques. Ed. **El Haissoufi H., Berrada S., Merzouki M., Aabouch M., Bennani L., Benlemlih M., Idir M., Zanibou A., Bennis Y., El Oualilalami A., (2011)** *Microbiol. Ind. San. Environn.* 5 (1) 37-68. 12. Rodier J., Legube B., Merlet N., Ed. *Dunod.*(2009) 78- 1368.

**Flint K.P., (1987).**The long-term survival of *Escherichia coli* in river water. *Journal of applied bacteriology* Vol 63, p261 - 270.

**Pelmont J. (1993).** Bactéries et environnement : adaptations physiologiques. Edition : Presses Universitaires de Grenoble, Paris.

**Elmund G.K., Allen M.J., Rice E.W., (1999).** Comparison of *Escherichia coli*, total coliform and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency, *Water Environ. Res.*, N°71, PP : 332-339.

**El attiffi E. (2011).**La qualité microbiologie des eaux de baignade. Thèse de doctorat en Pharmacie. Université Mohammad V-SOUISSI, Maroc. 51p.

**Elskens M. (2010).**Analyse des eaux résiduaires- Mesure de la pollution. Technique de l'ingénieur, 1-29p.

**Emberger., 1955-** Une classification biogéographique des climats. Recueil. Travail. Laboratoire. Géologie. Zoologie. Faculté. Science. Montpellier 48 p.

Scérén CRDP d'Aquitaine, Paris, 360 p.

**Gaujou, 1995**La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire (2ème éd.)

Traitement des eaux de refroidissement

**Gauthier M. et Pietri C. (1989).**Devenir des bactéries et virus entériques en mer. Microorganismes dans les écosystèmes océaniques. Edition : Masson, Paris

**Gleeson C., Gray N., (1997).**The coliform index and waterborne disease: problems of microbial drinking water assessment, E & FN Spoon, London, 194 p.

**Hamdi M. et Ait Kaci M. (2008).**Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'oued Béni-Messous. Mémoire en Science de la Mer, ISMAL-DEUA sciences de la mer, Alger

## Référence bibliographiques

---

**Hamed M., Guettache A., Bouamer L., (2012).** Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA (Bechar), Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie, Contrôle de qualité et d'Analyse, faculté des sciences et technologies, Département des sciences, Université de Bechar, 134p.

**Hordé P., (2014).** Gastro-entérite aiguë : Symptômes et traitement, santé médecine, P19.  
**Hughes KA. (2003).** Influence of seasonal environmental variables on the distribution of presumptive fecal coliforms around an antarctic research station. *Appl Environ Microbiol* ; 69: 4884-91.

**HUOT A. 2010.** Eau et santé. La revue Bio contact, n°200

**Henaut A., (2011).** Pollution de l'air et de l'eau, Les dossiers de science et politiques publiques, Université Pierre et Marie Curie, Paris, P 02.

**IFREMER 2005**(l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer). Eliminer la pollution chimique des mers.

**Jamai N., Kouider A. F., Halilem F., (2010).** La fièvre typhoïde, mémoire de fin d'étude, Université Abou Bar Belkaied, Faculté de médecine, Département de Pharmacie, Tlemcen, 23p.

**Journal Officie DE LA Republique Algerienne N° 46, 1993)**

**Journal Officiel de la République Algérienne (JORA),, (2011).** Décret exécutif n° 11-125 du 17 RabieEthani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif, qualité de l'eau de consommation humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers: Bir-Mourad Raïs, Alger, Algérie, PP: 7-25.

**JORA. (1993).** Journal Officiel de la République Algérienne. Décret exécutif N°93-164 du 10 juillet 1993 définissant la qualité requise des eaux de baignade.

**Keddal H, N'dri JY. 2008.** Impacts de l'intensification agricole sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines. *Revue HTE N°138, Sept-Déce. 2007.*

**Ladjel.F (2006).** Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation et métier de l'assainissement . CFMA-Boumerdes .80p

**Larpent J.P. (1997).** Microbiologie alimentaire : Techniques de laboratoire. Edition: Technique et Documentation, Lavoisier, Paris

## Référence bibliographiques

---

**Maurin C. (1974).**La conchyliculture française : le milieu naturel et ses variations (première partie). Institut scientifique et technique des pêches maritimes. Nantes.

**Mancini J.L., (1978); Flint K.P., (1987).**Numerical estimates of coliform mortality rates under various conditions. Water pollution control board journal.p2477 - 2484.

**Maux M. et Simonart T. (2010).**Surveillance microbiologique de l'eau. Techniques de l'ingénieur, 1-20p.

**M. D. D. E. P, 2006 ;** Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec.

**Mouchel J-M , Thévenot D. 2003-** Support de cours d'Ecotoxicologie du CEREV « Centre d'enseignement et de Recherche Eau Ville environnement

**Normes algériennes, *Journ. Offi. Repu. Algeri.* 125(2011) 7-25.**

**OMS., (1994).** Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 1, recommandations, Organisation mondiale de la Santé, 2e édition, 202 p.

**OMS., (2000).** Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 2, critères d'hygiène et documentation à l'appui, 2ème édition, 1050 p.

**Pelmont J. (1993).** Bactéries et environnement : adaptations physiologiques. Edition : Presses Universitaires de Grenoble, Paris.

**Poggi R., 1990 –** Impacts sanitaires des contaminations microbiologiques. Ifremer. La mer et les rejets urbains, n°=11: pp115 – 132.

**Pourcher A.M. (1991).**Contribution à l'étude de l'origine de la contamination fécale des eaux de surface. Université des Sciences et Techniques de Lille Flandres Artois. p. 125.

**PNUE / OMS. (1977).**Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague : 168p

**Pommepuy M., Dupray E., Guillaud JF., Derrien A., L'Yavanc J., Cormier M. (1991).**Rejets urbains et contamination fécale. Oceanologica Acta. Proceedings of the international colloquium on the environment of epicontinental seas; 11: 321 – 7.

## Référence bibliographiques

---

**RNB (1999).** Réseau National de Bassin. Les micropolluants dans les cours d'eau français, 3 années d'observation (1995 – 1997). Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et les agences de l'eau. France.

**Ramade F., 2003** - Eléments d'écologie – écologie fondamentale. 3<sup>ème</sup> édition Dunod, 690p.

**Richard C., (1996).** Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux, Ed. Scientifiques et Médicales, Elsevier, Paris, 115 p.

**Rodier (2009).** L'analyse de l'eau. 9<sup>ème</sup> Edition : Dunod, Paris.

**Rodier, J. (1996).** Analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Edition

**Rapinat M., « L'eau », 1982,** Presse universitaire de France. 1<sup>re</sup> édition Dunod, Paris. 1384 p.

**Rogeaux O., (1991).** Fièvre typhoïde, Association Tokombéré, Développement et Santé, n°91, 25p.

**Souidi H., 2008** – Evaluation du niveau de la pollution bactériologique chez un Echinoderme l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) dans la côte oranaise orientale. Mémoire de Magistère, Département de biologie, Laboratoire Réseaux de Surveillance Environnementale, Univ Oran. Es Sénia.

**Tekfi K., 2006** « Étude des performances épuratoires d'une station d'épuration des boues activées », , mémoire pour l'obtention de diplôme de DEUA. Option traitement et épuration de l'eau, département hydraulique, université Tlemcen

**Thomas, O. (1995).** Métrologie des eaux résiduaires. Ed. Cebedoc. Tec. et Doc. Lavoisier, 192 p.

---

**Annexe I :**Composition des milieux de culture bactériologique et réactifs :

**1. Bouillon lactose au bromocrésol (B.C.P.L.)**

➤**Double concentration:**

- ❖Extrait de viande de bœuf ..... 6gr
- ❖Peptone..... 10gr
- ❖Lactose ..... 10gr
- ❖Pourpre de bromocrésol.....0.6gr
- ❖Eau distillée.....1000 ml
  
- ❖PH: 6, 7

Autoclavage : 20mn à 120°C

➤**Simple concentration:**

- ❖ Extrait de viande de bœuf.....3 gr
- ❖ Peptone.....5 gr
- ❖ Lactose.....5 gr
- ❖ Pourpre de bromocrésol.....0,03gr
- ❖ Eau distillée.....1000ml
  
- ❖ PH: 6,7

Autoclavage : 20mn à 120°C

**Préparation :**

Mettre 12g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Mélanger soigneusement jusqu'à dissolution complète. Ajuster, si nécessaire, le pH à 6,9.

Répartir en tubes, avec cloche de durham, à raison de 10ml par tube. Stériliser à l'autoclave à 115°C pendant 20min.

**2. Eau peptonée exempte d'indole (EPI) :**

<b>Composition</b>	<b>g/l</b>
<b>Peptone tryptique de caséine</b>	<b>10</b>
<b>NaCl</b>	<b>5</b>
<b>Eau permutée</b>	<b>1000 ml</b>

**Préparation :**

Mettre 15g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Mélanger soigneusement jusqu'à complète dissolution. Nécessaire ajuster le pH à 7,2.

Répartir dans les tubes puis stérilisation à l'autoclave (120°C pendant 15min).

**Réactif d'ERILITH-KOVACS :**

<b>Composition</b>	<b>g/l</b>
<b>Paraméthylamine- benzoaldihyde</b>	<b>3 à 5</b>
<b>Alcool isoamylique</b>	<b>75 ml</b>

**3. Gélose nutritive (GN) :**

Extrait de viande : .....1,0g/L.

Extrait de levure : .....2,5g/L.

Peptone : .....5,0g/L

Chlorure de sodium :..... 5,0 g/L.

Agar : .....15,0 g/L.

PH : 7,0

**Préparation :**

Verser 28g dans un litre d'eau distillé. Porter à ébullition jusqu'à dissolution complète.  
Stérilisé à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.



**Gélose nutritive**

**4. Gélose viande - foie (VF) :**

Base Viande - foie .....20 gr

Glucose..... 0,75 gr

Amidon..... 0,75 gr

Sodium Sulfite.....2 gr

Fer citrate ammoniacal..... 0,5 gr

Sodium carbonate .....0,67 gr

Agar – agar..... 11 gr

Eau distillée .....1000 ml

Autoclavage 15 min à 120°C

**Gélose Chapman :**

Peptone :.....10,0 g

Extrait de viande de bœuf :.....1,0 g

Chlorure de sodium :.....75,0 g

Mannitol :.....10,0 g

Rouge de phénol :.....0,025 g

Agar-Agar :.....15,0 g

Eau distillée :.....qsp 1 Litre

pH = 7,4

**Préparation :**

Verser 111g de poudre dans un litre d'eau distillé. Porter à ébullition jusqu'à dissolution complète. Stériliser l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes



**Gélose Chapman**

**Gélose S-S :**

peptone:.....5,0 g  
-extrait de viande:.....5,0 g  
-lactose:.....10,0 g  
-citrate de sodium:.....10,0 g  
-citrate de fer III:.....1,0 g  
-sels biliaires:.....8,5 g  
-vert brillant:.....3,3 mg  
-rouge neutre:.....25 mg  
-thiosulfate de sodium:.....8,5 g  
-Agar:.....12,0 g  
pH = 7

**Gélose S-S**

**Annexes II** :Table de Mac grady et intervalle de confiance des eaux marines

COMBINAISON DE TUBES POSITIFS	NPP/ 100ML	LIMITE DE CONFIANCE	
		<	>
000	03	0.5	09
001	03	0.5	15
010	03	0.5	13
100	04	0.5	20
101	07	01	21
110	07	01	23
111	11	03	36
120	11	03	36
200	09	01	36
201	14	03	37
210	15	03	44
211	20	07	89
220	21	04	47
221	28	10	150
300	23	04	120
301	39	07	130
302	64	15	380
310	43	07	210
311	75	14	230
312	120	30	380
320	93	15	380
321	150	30	440
322	210	35	470
330	240	36	1300
331	460	71	2400
332	1100	150	4800
333	2400	150	2800

## 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

L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'état actuel de la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de mer.

Un plan de travail a été adopté pour une évaluation de la qualité bactériologique de l'eau des deux plages du Ain Temouchent. Il consiste à réaliser des prélèvements au niveau de deux stations, qui sont localisés dans la plage de puits de Beni Saf et la plage de Chatt El Hillal.

Les résultats obtenus ont montré que la qualité physico-chimique de l'eau été dans les normes exigées.

Les processus de dénombrements bactériens des eaux des plages ont montré des taux assez élevés de germes indicateurs de contamination fécale (Germes aérobies, des *Staphylococcus* et des *Salmonelles*), qui témoignent des risques pour les personnes fréquentant ces plages. De façon générale on a trouvé que les eaux des deux sites 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, ce qui permettra une bonne bio surveillance de ces écosystèmes.

**Mots-clés :** Qualité bactériologique, Qualité physico-chimique, Plage de Puits, Plage de Chatt El Hillal

## Summary

Available water quality data reveal that most of Algeria's water resources are polluted by uncontrolled discharges of municipal wastewater and untreated industrial effluents.

The objective of this study is to evaluate the current state of the bacteriological and physicochemical quality of seawater.

A work plan was adopted for an assessment of the bacteriological quality of the water of the two beaches of Ain Temouchent. It involves taking samples from two stations, which are located in the well beach of Beni Saf and the beach of Chatt El Hillal.

The results obtained showed that the physico-chemical quality of the water was within the required standards.

The bacterial counting processes of beach waters have shown relatively high levels of fecal indicator germs (aerobic germs, *Staphylococcus* and *Salmonella*), which indicate the risks for people frequenting these beaches. In general, it has been found that the waters of both sites comply with Algerian standards. Therefore, a rigorous control of the water of these beaches must be realized during the whole annual cycle, which will allow a good bio-monitoring of these

**Keywords:** Bacteriological quality, Physicochemical quality, Beach Well, Chatt El Hillal beach.

## ملخص

كشف بيانات جودة المياه المتوفرة أن معظم موارد المياه الجزائرية ملوثة بالتصريف غير المنضبط للمياه العادمة للبلدية والنفايات الصناعية غير المعالجة.

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الوضع الحالي للجودة البكتريولوجية والفيزيائية لمياه البحر

تم اعتماد خطة عمل لتقييم الجودة البكتريولوجية لمياه شواطئ عين تموشنت. يتضمن أخذ عينات من محطتين، تقعان في بئر بني صاف وشاطئ الهلال.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الجودة الفيزيائية الكيمايائية لمياه البحر كانت ضمن المعايير المطلوبة

أظهرت عمليات العد البكتيرية لمياه الشاطئ مستويات عالية نسبياً من الجراثيم ذات المؤشرات البرازية (الجراثيم الهوائية والمكورات العنقودية والسالمونيلا)، والتي تشير إلى المخاطر التي يتعرض لها الأشخاص الذين يترددون على هذه الشواطئ. بشكل عام، فقد وجد أن مياه بحر كلا الموقعين تمتثل للمعايير الجزائرية. لذلك، يجب أن تتحقق مراقبة صارمة لمياه هذه الشواطئ خلال الدورة السنوية بأكملها، مما سيبيح مراقبة بيولوجية جيدة لهذه النظم الإيكولوجية

**لكلمات المفتاحية:** الجودة البكتريولوجية، الجودة الفيزيائية، بئر الشاطئ، شاطئ الهلال