

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Centre Universitaire de Belhadj Bouchaib 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^{elle} BENSABER Asmaà.

M^{elle} BERICHI Nassima.

Thème

Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville de
Ain Témouchent.

Devant le jury composé de :

Président : OUADDAH .Y	Maître de Conférences B	C.U. Ain Témouchent
Examineur : MADANI.K	Maître Assistant A	C.U. Ain-Temouchent
Encadreur : DERRAG.Z	Maître de Conférences B	C.U. Ain-Temouchent

Soutenu le : 30 juin 2020

Remerciements

*Avant tout, nous remercions **ALLAH** tout puissant, de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens pour la réalisation de ce travail.*

*Nous tenons à adresser nos sincères remerciements et le grand respect à Madame **DERRAG.Z** Maître de conférences à le Centre universitaire de Belhadj Bouchaïb Ain Témouchent d'avoir proposé ce thème si intéressant et d'avoir accepté de nous encadrer sur ce thème, de nous avoir orienté, encouragé et de nous apporter son attention tout au long de ce travail.*

Nous tenons également à remercier l'ensemble des jurys :

*Nous respects et reconnaissance à Madame **OUADDAH.Y** Maître de conférences à le Centre universitaire de Belhadj Bouchaïb Ain Témouchent qui nous a fait l'honneur de présider le jury de soutenance*

*Nous sincères remerciements à Madame **MADANI.K** Maître Assistant à le Centre universitaire de Belhadj Bouchaïb Ain Témouchent qui nous a fait l'honneur d'examiner le jury de soutenance.*

Nos remerciements s'adressent aussi à l'ensemble du personnel de laboratoire du bureau d'hygiène du Ain Temouchant et qui nous ont facilité l'avancement de la partie des analyses.

Un spéciale remerciement à tous les enseignants du département des sciences et de la vie et de la nature et tous qui sont participés de près ou de loin à l'élaboration de ce travail



Je

dédie ce modeste travail à :

Mes très chers Parents sans leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements je ne serais jamais arrivée à réussir dans mes études. Je sais bien quelque soit les remerciements que je leurs adresse c'est peu, que Dieu les protège et leur donne la santé et une longue vie.

A mon encadreur Madame **DERRAG.Z** qui mérite tous mon respect et tribut

Mes très chers frères (Ayemen et Adem)

Ma famille (Bensaber et Labbori)

A mes chères amies En souvenir des moments heureux passés en semble, avec mes vœux sincères de réussite, bonheur, santé et de prospérité.

Asmaa.

Je

dédie ce modeste travail à :

:

Mes très chers Parents sans leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements je ne serais jamais arrivée à réussir dans mes études. Je sais bien quelque soit les remerciements que je leurs adresse c'est peu, que Dieu les protège et leur donne la santé et une longue vie.

Mon encadreur DERRAG.Z qui mon soutenu au long de mes travaux

Une spéciale dédicace à *ma grande mère* que j'aime plus que tout, que Dieu la protège et lui donne la santé et une langue vie.

Mes amies Asmaa, Amina et Yamna ainsi que leurs familles et à tous nous camarades de la promotion.

Nassima.

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

Synthèse bibliographique

I- Généralité sur l'eau

I-1-L'histoire de l'eau de baignade.....2

I-2- Cycle de l'eau.....3

I-3-Qualité de l'eau de mer3

I-3-1-Qualité physicochimique3

I-3-1-1 La température.....3

I-3-1-2 L'oxygène dissous.....3

I-3-1-3 Potentiel d'hydrogène (Ph).....4

I-3-1-4 Salinité4

I-4- Généralités sur la pollution marine.....4

I-5- sources potentiel de pollution des eaux de baignades5

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

I-5-2- Les rejets industriel5

I-5-3- Les rejets agricoles5

I-6-Pollution microbiologique des eaux de baignade.....6

I-7- Facteurs influençant sur la survie des microorganismes en milieu marin.....7

I-7-1-Facteurs physico-chimiques.....	7
I-7-2- Facteurs biologiques.....	9
I-8- Risques liés aux contaminations microbiennes	10
I-8-1-Risques lié a la baignade dans les eaux polluées.....	10
I--2-Réglementation et classification des eaux de baignade.....	10

II- Description de d'étude

II-1-La situation géographique de la ville d'Ain Témouchent	13
II-2- Situation géographique de Chat El Hilal.....	14
II-3- Situation géographique de Chat El Worod	15
II-4- Situation géographique de la plage Madrid.....	16

III- Matériel et méthodes

III L'échantillonnage.....	18
III-1-2-Techniques de prélèvement.....	18
III-1-3-Transport des échantillons.....	18
III-1-4-Lieux de réalisation des analyses	18
III-2-Méthodes analytiques.....	19
III-2-1-Analyse physicochimique.....	19
III-2-1-1 Mesure de Ph.....	19
III-2-1-2- Mesure de la température et l'oxygène dissous.....	20
III-2-1-3- Mesure de la conductivité.....	21
III-2-2 Les analyses bactériologiques	22
III-2-2-1- Dénombrement des Germes totaux.....	22
III-2-2-2- Dénombrement des Coliformes totaux et fécaux.....	23
III-2-2-3- Dénombrement des Streptocoques fécaux.....	26
III-2-2-4- Dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteurs	27

III-2-2-5- Dénombrement des <i>Vibrio cholera</i>	30
III-2-2-6- Dénombrement des Salmonelles.....	32

IV- Résultats et discussions

IV-1-Résultats des analyses physico-chimiques du l'eau de mer	34
IV-1-1 Le Potentiel d'hydrogène (pH).....	34
IV-1-2 L'oxygène dissous	36
IV-1-3 Température	37
IV-1-4 Conductivité.....	38
IV-2- Paramètres bactériologique	39
IV-2-1 Coliformes fécaux et totaux	41
IV-2-2 Streptocoques fécaux.....	42
IV-2-3 Clostridium Sulfito-Réducteurs	43
IV-2-4 Salmonelle.....	44
IV-2-5 <i>Vibrions cholériques</i>	45
CONCLSION	46
RRENCES	47

Listes de tableaux

Tableau n° I-1 : la salinité des eaux de mers et les océans

Tableau n° I-2 : Les différents sources de pollution d'eau

Tableau n° I-3 : Les normes des différents facteurs physico-chimiques

Tableau n° I-4 : les différentes infections transmissibles par l'eau

Tableau n° I-5 : Indice de la qualité de l'eau de baignade (germe/ml)

Tableau n° I-6 : Qualité requise des eaux de baignades

Tableau n° IV-1 : Les résultats de la mesure du Ph

Tableau n° IV-2 : Les résultats de la mesure de l'oxygène dissous de l'eau de mer

Tableau n° IV-3 : Les résultats de la mesure de la température

Tableau n° IV-4 : Les résultats de la mesure de la conductivité de l'eau de mer

Tableau n° IV-5 : Les résultats de dénombrement des Coliformes fécaux et totaux

Tableau n° IV-6 : Les résultats de dénombrement des streptocoques fécaux

Tableau n° IV-7 : Les résultats de dénombrement de *Salmonella*

Liste des figures

Figure n° I-1 : Cycle d'eau

Figure n° I-2 : Les paramètres physico-chimiques et biologiques influençant sur la survie des germes en milieu marin.

Figure n° I-3 : Dermatose causée par Staphylococcus

Figure n° I-4 : kératite amibienne

Figure n° II-5 : La situation géographique de la wilaya d'Ain temouchant

Figure n° II-6 : Situation géographique de Chatt El worod

Figure n° II-7: Image satellitaire du site de plage Madrid

Figure n° III -1 pH mètre

Figure n° III -2 : Oxymètre

Figure n° III -3: Thermomètre

Figure n° III -4 : Conductimètre

Figure n° III -5 : Protocole de recherche et de dénombrement des coliformes fécaux et totaux

Figure n° III -6: Protocole de recherche et de dénombrement des Streptocoques fécaux

Figure n° III -7: Protocole de recherche et de dénombrement des Clostridium sulfito réducteurs

Figure n° III -8 : Protocole de recherche des Vibrions cholériques

Figure n° III -9 : Protocole de recherche des Salmonelles

Figure n° IV-1: Les résultats de mesure de Ph de l'eau de mer des différents sites

Figure n° IV-2 : Les résultats de mesure de l'oxygène de l'eau de mer des différents sites

Figure n° IV-3 : résultats de mesure de la température de l'eau de mer des différents sites

Figure n° IV-4 : résultats de mesure de la conductivité de l'eau de mer des différents sites

Figure n° IV-5 : Les résultats des coliformes sur milieu BCPL

Figure n° IV-6 : Les résultats des Streptocoques fécaux sur milieu Rothe.

Figure n° IV-7 : Résultats des Clostridium sulfito-réducteur

Figure n° IV-8 : Résultats des Salmonelles

Figure n° IV-9 : Résultats des Vibrions cholériques

Liste des abréviations :

ANDI	Agence nationale de développement et d'investissement
AEE	Agence européenne pour l'environnement
BCPL	Lactose au Bromocrésol pourpre
CF	Coliformes Fécaux
CT	Coliformes Totaux
D/C	Double Concentration
E. Coli	Escherichia Coli
EPA	Eau Peptonée Alcaline
HK	Hektoen
GESAMP	United nation group of expert on the scientific aspect of marine pollution
GNAB	Gélose Nutritive Alcaline Biliée
H	Heure
NPP	Nombre le Plus Probable
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORL	Oto-Rhino-Laryngologie
PH	Potentiel Hydrogène
S/C	Simple Concentration
SF	Streptocoques Fécaux
SFB	Bouillon Au Sélénite
S.U.A	Surface agricole utile
T°C	Température (en degré Celsius)
TSI	Triple sugar iron agar
UFC	Unité Format Colonie
USGS	United states geological survey's
UV	Ultraviolet

Introduction générale

Introduction générale

Le milieu marin est un facteur important de prospérité économique, de bien-être social et de qualité de vie. Il représente une immense réserve de ressources énergétiques, minérales et biologiques et constitue la base de la nutrition de la grande majorité de la population mondiale. (AEE 1999).

La Méditerranée est une zone protégée pour la biodiversité, mais elle continue d'être affectée par une grave pollution de l'environnement, qui est affectée par une variété de sources de pollution de plus en plus graves. Il faut un siècle à cet océan semi-clos pour se renouveler et condenser. D'autant plus que plus de 80% de la pollution marine dans la région méditerranéenne provient de la terre. (Boughriet , 2011).

Plus de la moitié des unités industrielles du pays sont localisées dans la zone côtière (Tabet-Zatla, 2014). Une mauvaise qualité de ces eaux peut ainsi avoir des conséquences néfastes sur la santé publique (Brisou et Denis, 1978 ; Gaujous 1995). Les indicateurs microbiologiques comme 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).

Le bord de mer de l'Algérie s'étend sur 1200 kilomètres Il se caractérise par la remarquable diversité de son environnement physique et naturel ainsi que par la diversité de ces ressources naturelles. En plus des infrastructures portuaires dédiées à la pêche, la Wilaya d'AIN TEMOUCHENT a une longueur de 80 kilomètres. Le littoral et la vaste zone maritime comprennent deux ports de **Beni saf** et **Bouzedjar**, ainsi que la création de deux fermes aquacoles.(ANDI 2013).

Notre objectif est d'étudier la qualité physicochimique et bactériologique de l'eau de mer des plages d'Ain Temouchant.

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

Partie1 : Consacrée à une synthèse bibliographique sur la pollution marine, la contamination bactérienne et 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 avec quelques recommandations avancées.

Synthèse bibliographique

I-1- Histoire de l'eau de baignade

Jusqu'en 1975, les risques sanitaires liés à la baignade ont été ignorés, à partir des années 1980, plusieurs personnes comme **Cabelli** et **Foulon** aux États-Unis s'intéressent à ces risques.

Les travaux de **Foulon** en (1983) ont mis en évidence l'apparition de troubles dermatologiques et d'affections O.R.L. attribués à la baignade et plus précisément aux conditions de baignade (avec immersion ou non de la tête par les baigneurs).

Toutefois, l'ingestion d'eau apparaît comme le mode principal d'agression et l'on suppose qu'un baigneur ingère de 75 à 100 ml d'eau lorsqu'il nage la tête sous l'eau (**Augelmann, 1996**).

Prüss en 1998 a réalisé une synthèse bibliographique épidémiologique. Il ressort de cette synthèse que la mauvaise qualité microbiologique des eaux de baignade est souvent corrélée à l'apparition de pathologies plus ou moins graves chez l'homme.

Des études réalisées en 1989 par **Cabelli** révèlent une convergence certaine entre les pathologies observées (diarrhées, vomissements, nausées,...) et l'existence d'une pollution fécale marquée. Lors de différentes études, il s'avère que les baigneurs présentent plus de troubles gastro-intestinaux que les non-baigneurs, tout comme les baigneurs des zones soumises à des pollutions fécales comparés à ceux des zones saines.

I-2- Cycle de l'eau

L'eau représente la source de la vie de notre planète, il recouvre près de 3/4 de la surface de la terre, grâce à ce cycle d'eau il peut circuler et se renouveler sur la planète.

L'eau se transforme et circule en permanence dans l'atmosphère, la surface et dans le sous-sol de notre Terre, L'hydrosphère chauffée grâce à l'énergie solaire qui représente le moteur de ce cycle il s'évapore et conduit à la présence d'eau dans l'atmosphère. Cette eau, à la suite d'un refroidissement de l'air, se condense en gouttes ou cristaux de glace et se trouve précipitée sous forme de pluie, neige ou grêle sur lithosphère à la surface de laquelle approximativement pénètre, ruisselle, quant au 1/4 restant, il s'évapore à son tour.

Généralité sur l'eau



Figure n° I-1 : Cycle d'eau . (Howard Perlman,USGS water science school,2019)

I-3- Qualité de l'eau de mer

I-3-1- Qualité physicochimique :

I-3-1-1 Température :

La température est un facteur écologique important, les taux élevés de cette dernière elle perturbe le cycle biologique et elle nuire la vie marine parce que elle affecte la solubilité de l'oxygène qui va par la suite menacé la survie des poissons, La température elle est mesurer par un thermomètre (Gaujous,1995).

L'élévation de la température en dehors des fluctuations saisonnières naturelles c'est une pollution thermique elle est due principalement par les activités humaines , c'est l'exemple des eaux rejetées par les centrales thermiques nucléaires.

Selon la réglementation, les rejets industriels ne doivent pas atteindre une température au-delà de 30°C. (le décret exécutif n°93-160 du 10 juillet 1993) .

I-3-1-2 L'oxygène dissous :

C'est un facteur important pour l'évaluation de l'état de l'eau de mer (Aminot & Chausse pied ,1983) , il influence dans la majorité des processus biologiques marins (Aminot & Kérouel,2004) ,généralement la teneur en oxygène d'un eau de mer ne dépasse pas 10 mg/l. (Ladjel, 2006).

Généralité sur l'eau

I-3-1-3 Potentiel d'hydrogène (pH) :

pH est un paramètre important il influence sur la vie aquatique , c'est un cologarithme décimal de l'activité de l'ion H⁺, la variation de pH elle dépend de la quantité de Co₂ qui peut être issu de la photosynthèse ou la respiration ou bien l'échange air-océan. (**Ramade, 2000**) , pH de l'eau de mer compris entre 7,5 et 8,4.(**RAPINAT ,1982**). La mesure de pH de l'eau de mer elle est pour le but d'évaluation leur qualité et comme indicateur de pollution.(**Aminot & kérouel, 2004**).

I-3-1-4 Salinité :

La salinité est la quantité des résidus globale en sels (Magnésium,Chlorure de sodium....) exprimer en grammes contenu dans 1 kg d'eau de mer, la valeur moyenne de la salinité d'un eau de mer elle est de 35 g /l (**Chevallier ;2007**),la salinité des eaux de mers fermées elles peut être différentes a celles qui est ouvertes.(**Huot A ;2010**) .

Tableau n° I-1 : La salinité des eaux de mers et les océans (**DEGREMONT ; 2005**):

Eau de mer et océan	Salinité (g / L ⁻¹)
Mer Méditerranée	37 à 40
Mer Rouge « Golfe Arabique)	40 à 47
Mer Morte	270
Mer Noir	22 à 25
Océans Atlantique et Pacifique	32 à 38
Mer Baltique	17

I-4- Généralités sur la pollution marine

La pollution marine c'est l'introduction par l'homme dans le milieu marin. Ya compris les estuaires directement ou indirectement des substances ou d'énergie pouvant entrainer des effets délétères tels que les dommages aux ressources biologiques, danger pour la santé humaine, entraves aux activités maritimes comme la pêche.(**GESAMP ,1983**).

La pollution marine est devenue un sujet de préoccupation croissante au niveau mondiale, les risques de cette pollution il est plus grand pour certaines régions que d'autres, exemple de ces régions la mer méditerranée,. est une mer pratiquement fermé ou semi fermée dont le rythme de renouvellement de ses eaux est de l'ordre de 80 ans.(**Abousamra F .,2003**),

Généralité sur l'eau

qui veut dire que toute cette durée doit s'écouler pour qu'une goutte d'eau polluée doit être remplacée par une goutte d'eau pure (**Abdelman D, 1990**)

L'origine de cette pollution il est de 80% terrestre , le transport de ces polluants par l'aire du fait du régime des vents , plusieurs dépôts atmosphériques son recevez par les surfaces marines.(**Goeury D,2004**)

I-5- Sources potentielles de pollution des eaux de baignades :

I-5-1- Les rejets urbaines :

Les assainissements individuel ou collectif défectueux, peuvent contaminées la nappe (matières organiques, détergentes, solvants, antibiotiques, micro-organismes...) à cause des substances indésirables contenues dans les eaux ménagères les eaux de vannes, l'assainissement individuel avec infiltration dans le sol mal conçu ou mal dimensionné, les stations d'épurations urbaines surchargées. 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 industriels :

Les activités industrielles rejettent principalement des métaux, des hydrocarbures, des acides, et augmentent la température de l'eau par les rejets des eaux utiliser pour le refroidissement de certaines installations .Le Service de l'observation et des statistiques du ministère en charge du développement durable en France a montré que les secteurs de la chimie et la métallurgie sont responsables des rejets de polluants dans l'eau les plus importants (**Benmaïd, 2013**).

1-5-3- Les rejets agricoles :

La qualité des eaux elle est fortement influencés par les pratiques actuelles des cultures et de l'élevage (**Faurie et al., 2003**). L'utilisation des engrais chimiques azotés et phosphorés, des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures, ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration (**Djabri, 1996**).

Généralité sur l'eau

Tableau n° I-2 : Les différentes sources de pollution de l'eau (Henaut,2011).

Type de pollution	Nature	Origine
Physique	Rejet d'eau chaude	Centrales thermiques nucléaires
	M.E.S (matière en suspension)	Rejet bains, érosion des sols
Chimique	Matière organique	Effluents domestiques, agricoles, agroalimentaires
	Fertilisants (nitrate, phosphate)	Agriculture, lessive
	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	Industries pétrolière transports
Biologique	Bactéries, Virus ,Champignons	Effluents urbains , agricoles

I-6- La pollution microbienne des eaux de baignade :

La source principale de cette pollution est d'origine fécale. La cause la plus fréquente de cette dernière 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).

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, certaines bien qu'existantes sont inopérantes depuis plusieurs années et les rejets se font exclusivement dans la mer et dans les oueds (Hamdi et Ait Kaci, 2008)

La charge bactérienne la plus élevée elle se trouve dans les eaux usées domestiques, Ils sont la source principale des micro-organismes pathogènes pour l'homme en milieu ma

Généralité sur l'eau

rin. Les bactéries pathogènes d'origine hydrique sont divisées en 04 types (**Brisou et Denis, 1978 ; Gauthier et Pietri, 1989 ; Eberlin, 1997**).

- ✓ **Les vibrio** dont *Vibrio cholerea* responsables du choléra qui touche environ 1,4 à 4,2 millions de personnes dont 28000 à 142000 décès par an.
- ✓ **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.
- ✓ **Escherichia Coli** : qui est responsable de plusieurs pathologies comme exemple ;la Diarrhée, Dysenterie et responsable de 775000 décès par an .

I-7- Facteurs influençant sur la survie des microorganismes en milieu marin :

I-7-1- Facteurs physico-chimiques :

- **La température**: la décroissance des bactéries augmente avec la température de l'eau. Ainsi, en période estivale, celle-ci est un des facteurs majeurs de l'épuration microbienne (**Mancini, 1978 ; Flint, 1987**).
- **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 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 que l'on pourrait s'y attendre du fait de la simple dilution (**Maurin, 1974**).
- **Le pH** : La survie des coliformes fécaux(CF)elle est influencée par le pH du milieu d'incubation. En effet, les pH basiques entraînent une diminution de la survie des CF (**Chedad et al.,20007**).
- **La lumière** : Certaines études ont montré que les coliformes fécaux dans l'eau de

Généralité sur l'eau

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 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 (Pommepuy et al., 1991) ont souligné également que la présence de particules organiques permet aux microorganismes de lutter plus efficacement contre le stress salin.

Tableau n° I-3 : Les normes des différents facteurs physico-chimiques :

Paramètres	Selon 'OMS	Selon le journal Algérien	Unité
Ph	9	6,5-8,5	
Conductivité	1000	2800	µs /cm
Température	25	25	C°
Oxygène dissout	5	5	Mg /L
Dureté totale	50	100-500	°F
Calcium	100	75-200	Mg /L
Magnésium	50	150	Mg /L
Sodium	150	200	Mg /L
Potassium	12	20	Mg /L
Sulfates	250	200-400	Mg /L
Chlorures	600	200-500	Mg /L
Nitrates	50	50	Mg /L
Nitrites	0,1	0,1	Mg /L
Ammonium	0,5	0,5	Mg /L
Phosphates	5	5	Mg /L
Oxydabilité (KMnO4)	5	3	Mg /L
Aluminium	0,2	0,2	Mg /L

Source : OMS(2002), journal officiel de la république algérienne n°(26avril 2006 p10,11,12)

I-7-2- Facteurs biologiques

● **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 vibrions très mobiles qui n'attaquent que les bactéries Gram négatif) (**Pelmont, 1993 ; Brisou et Denis, 1978**) ; et les *Myxobactéries* (germes à Gram négatif ayant pour singularité d'hydrolyser les molécules insolubles, de lyser les cellules bactériennes et de les utiliser comme substrat) (**Brisou et Denis, 1978**).

● **Compétition interspécifique** : la présence des microorganismes autochtones, plus aptes à se multiplier dans leur milieu naturel, implique la décroissance des bactéries allochtones (**Flint, 1987**).

- **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**).

- **Les bactériophages** : extrêmement répandus dans la nature ; ils parasitent et détruisent les bactéries et Cyanophycées (**Brisou et Denis, 1978**).

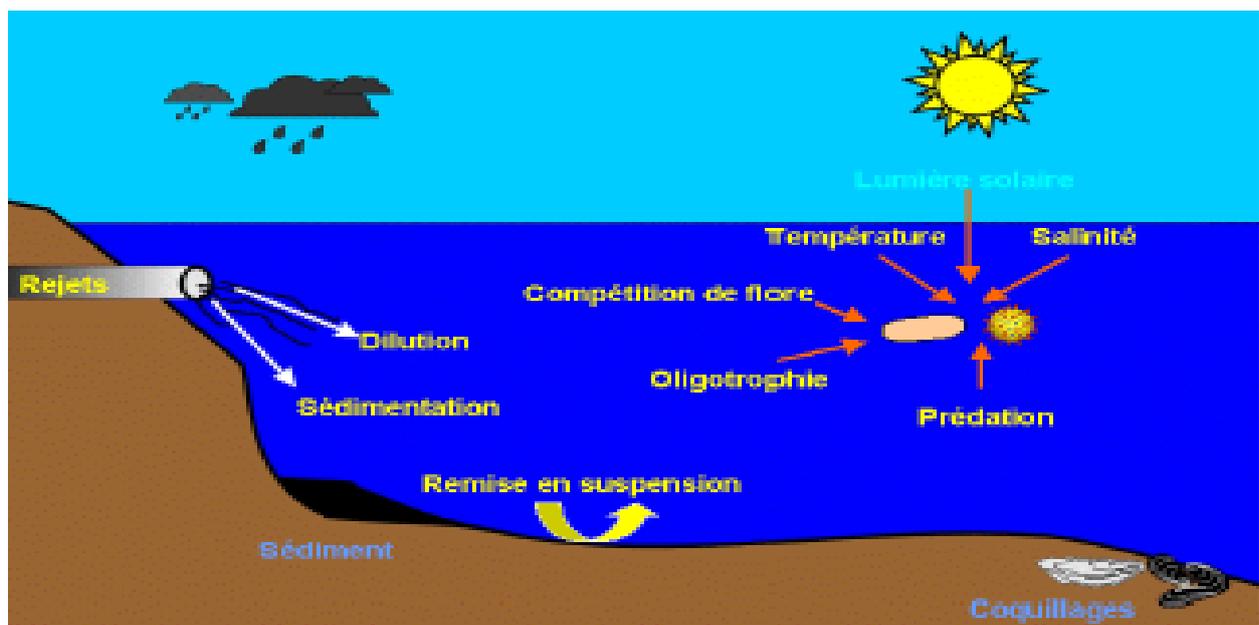


Figure n° I-2 : Les paramètres physiques, chimiques et biologiques influençant sur la survie des germes en milieu marin . (Ifremer/LER/PC/J.C.Piquet,2011)

Généralité sur l'eau

I-8- Risques liés aux contaminations microbiennes :

Les impacts liés à la pollution microbienne dans les eaux côtières affectent non seulement la qualité de l'eau, mais aussi la qualité du bétail dans les sites contaminés. L'eau de mer sale contient de nombreuses bactéries, virus et bactéries qui peuvent causer des problèmes contagieux. Certaines bactéries peuvent provoquer des maladies infectieuses, une gastro-entérite ou un empoisonnement (**Poggi, 1990**).

Selon **Poggi (1990)**, les principales bactéries pathogènes sont : *Salmonella*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Shigella*, *Staphylococcus*, *Aeromonas*. (**Hamdi et Ait Kaci, 2008**). Et selon Brisou et Denis en 1978 il existe d'autres micro-organismes, tels que *Proteus*, *Yersinia*, *Pseudomonas*, *Enterovirus*, parasites à pathogénicité importante (*Amoeba*, *flagella*, *Cilia*).

I-8-1- Risques liés à la baignade dans les eaux polluées

La santé de la personne, la concentration du polluant, et la durée d'exposition. Ces trois facteurs sont importants pour évaluer avec précision les risques pour la santé associés à la pollution personnelle (**Khelil, 2007**).

La pollution se produit par contact direct (bain) avec les eaux usées, ce qui provoque diverses infections de la peau et des muqueuses (Maladies oculaires, otites, maladies de la peau, etc.) (**Souidi, 2008**). Ces infections par voie cutano-muqueuse sont de deux types pour le premier, il peut s'agir d'affections internes comme celles résultant de la pénétration à travers les téguments de leptospires pathogènes, ce sont des maladies graves, atteignant chaque année plusieurs personnes dans le monde. Pour le second, il s'agit le plus souvent d'infections de la peau ou des muqueuses dues à des germes pyogènes, tel que les staphylocoques pathogènes, les *Pseudomonas aeruginosa*, ainsi qu'à des levures et des champignons dermatophytes, les cyanobactéries doivent également être spécifiquement surveillées, la production de toxine par ces bactéries photosynthétiques est possible et potentiellement dangereuse (**Rodier, 2009**).

Le risque de maladie microbienne ou virale est réel. Celles-ci comprennent, par exemple, l'hépatite virale, les dermatoses. (**misch, 1998**)

Différentes études épidémiologiques ont montré la relation entre gastro-entérites et exposition aux eaux contaminées lors de baignades (**kay, 2003 ; Wiedenmann, 2004 ; Invs,**

Généralité sur l'eau

2000). Ces travaux ont amené à la révision de la norme baignade européenne qui a été modifiée en février 2006, la directive 2006/7/CE est maintenant applicable (Rodier, 2009).

Les personnes qui se baignent dans des eaux polluées par les déversements d'égouts ont souvent des troubles gastro-intestinaux (diarrhée), des otites, des infections oculaires et cutanées et des problèmes respiratoires. (Bourahla et Diffalah, 2007). Il convient de noter que les niveaux de pollution marine augmentent de jour en jour dans les zones côtières; cela a eu pour effet direct une diminution des ressources halieutiques et une augmentation inquiétante du nombre de plages interdites à la baignade (M.A.T.E, 2002).

Ces conditions de santé sont liées à la santé d'une population humaine. Ils peuvent être liés à l'ingestion d'eau ou au simple contact avec le milieu aquatique. Ils peuvent également intervenir à travers des phénomènes complexes (empoisonnement au mercure, à minamata au Japon). (Gaujous, 1995).



Figure n° I-3: Dermatose causée par *Staphylococcus*. ([Heath On the Net Fondation](#))

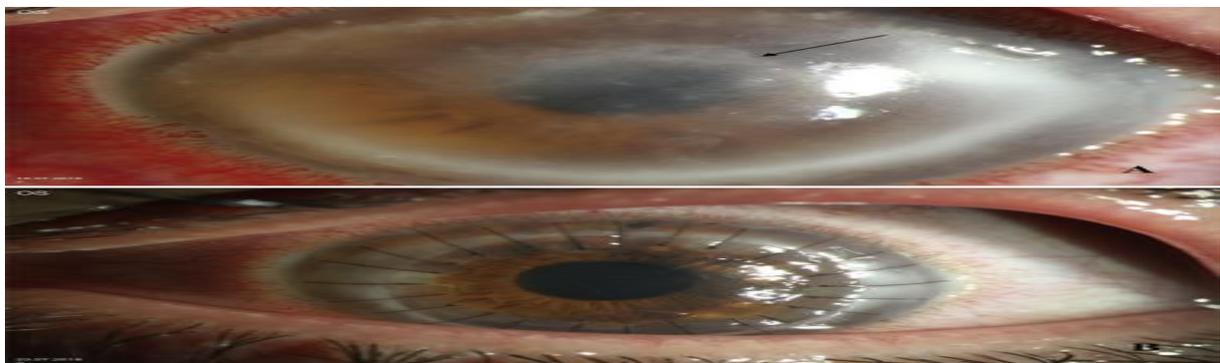


Figure n° I-4: Kératite amibienne causé par *Acanthamoeba keratitis* (Nora Szentmry, 2019).

Généralité sur l'eau

Tableau n° I-4: les différents infections transmissibles par l'eau (Rodier, 2009)

Classification	Micro-organismes	Affections en relation avec l'eau
Bactéries.	<i>Escherichia coli</i> ,entéropathogènes , entérotoxiques , entéroinvasifs	GE et syndromes cholériformes (I) Indicateur de contamination fécale
	<i>Vibrio cholerae, Vibrio spp</i>	GE et cholera(I) , infections cutanées
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	GE (I)
Virus.	<i>Hépatite A virus (HAV), Hépatite E virus (HEV)</i>	Hépatites (I)
	<i>Coronavirus, Rotavirus</i>	GE (I)
	<i>Adenovirus</i>	GE (I) , pharyngite, conjonctivite(C, piscines)
Protozoaire.	<i>Amibes : Naelgeria , Entamoeba , Balantidium , Acanthamoeba</i>	Amibiase (I kystes) Kératite (C, eau de lavage lentilles cornéennes)
	<i>Giardia lamblia, G.intestinalis</i>	GE giardiase (I Kyste)
	<i>Taenia saginata ,Taenia solium</i>	Teniasis(I) irrigation par les eaux usées
Fungi.	<i>Candida albicans</i>	Candidose (C, piscines)
	<i>Dermatophytes ,Trichophyton, Microsporium</i>	Mycoses cutanées (C, eau de mer, sable)

I : Contamination par ingestion d'eau.. **C** : Contamination par contact avec l'eau contaminée..**GE** : Gastro-entérites (se traduisent par douleurs abdominales, diarrhées, vomissements, fièvre à des degrés divers).

Généralité sur l'eau

I-8-2 Réglementation et classification des eaux de baignade

- **Classification selon les normes de l'OMS**

L'OMS a fixé des normes et des seuils de salubrité qui sont fondés sur des limites ou seuils réputés tolérables.

Tableau n° I- 5 : Indice de la qualité de l'eau de baignade (germe/ml) :

Indice de la qualité de l'eau de baignade				
Paramètres	Classes			
	A Excellente	B Bonne	C Acceptable	D Mauvaise
Coliformes totaux	0 à 100	101 à 500	501 à 1000	1000 et +
Coliformes fécaux	0 à 20	21 à 100	101 à 199	200 +
Streptocoques fécaux	0 à 10	11 à 50	51 à 100	100 +

(Selon l'organisation mondiale de la santé 1977)

- **Classification selon les normes Algériennes**

En Algérie, c'est le Décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 du journal officiel de la République Algérienne qui réglemente les normes de qualité des eaux de baignade (**tableau 5**)

Tableau n° I- 6: Qualité requise des eaux de baignades

Paramètres Microbiologiques	Unités	Valeurs Guides	Valeurs Limites
Coliformes totaux	/100ml	500	10000
Coliformes fécaux	/100ml	100	2000
Streptocoques fécaux	/100ml	100	—

(Journal officiel de la république algérienne,1993).

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.

Description de la zone d'étude

II-1- La situation géographique de la ville d'Ain Témouchent

La position géographique de la wilaya d'Ain Temouchent dans sa région est un atout majeur pour son développement futur. Au niveau régional, Aïn Temouchent appartient à la région Nord Ouest du territoire national. Elle est située au carrefour de trois grandes villes de l'ouest, Tlemcen ,Oran et Sidi Bel Abbes à une isochrone de 60' et à une centaine de kilomètres de la frontière marocaine. Elle occupe l'arrière pays d'un littoral industrialisé entre Oran, zone des Hassi et Arzew. Dans ses limites administratives, Aïn Temouchent s'étend sur 2.376 km² avec un fond de mer de 80 km.

La wilaya est limitée par la mer méditerranée au Nord ; la wilaya de Tlemcen au Sud-est; la wilaya d'Oran à l'Ouest ; la wilaya de Sidi Bel Abbes au Sud . (Andi, 2013)



Figure n° II -5: La situation géographique de la wilaya d'Ain Temouchent.

(Agence nationale de développement et d'investissement ,2013)

Description de la zone d'étude

II-2- Situation géographique de Chat El Hilal :

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

La commune Ouled El Kihel, ou se situe plage el Hilal s'étend sur une superficie de 54,86km² et possède une cote de 19km de long.

Chat el Hilal, plus connu sous l'appellation d'Oued El Hallouf est un site, méritant, d'être mieux lotis, si les APC qui en ont la charge (Sidi-Ben Adda et d'Oued El Kihel), acceptaient d'investir, beaucoup plus qu'ils ne le font et spécialement en cette période de l'année où la plage reçoit du monde.

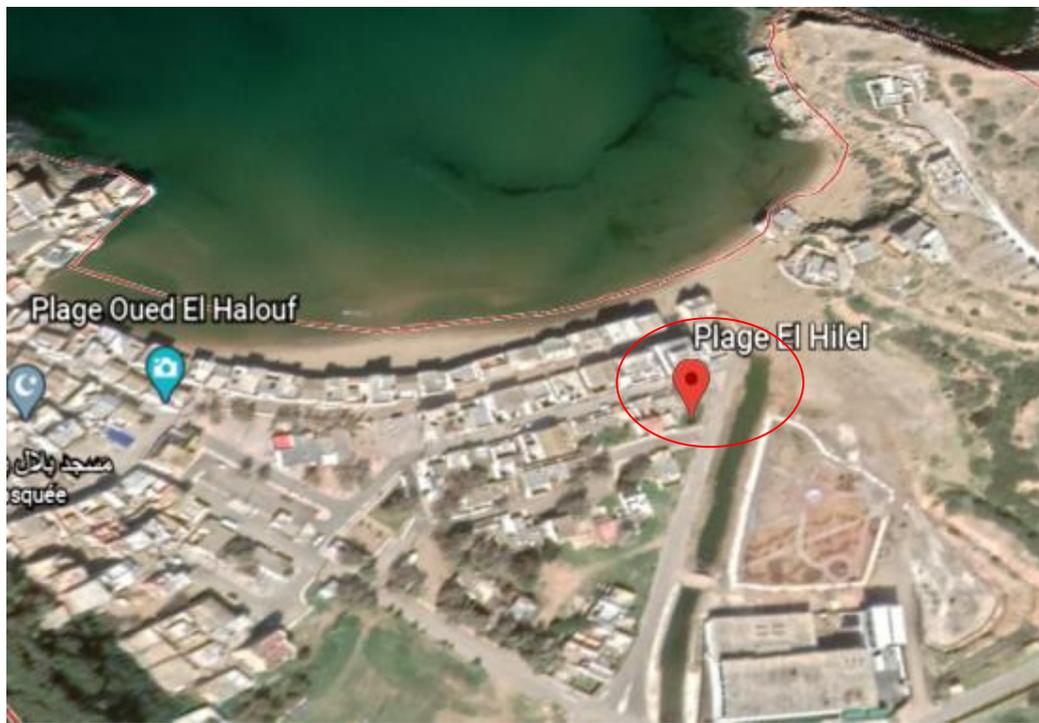


Figure n° II -6 : Localisation géographique de la plage de Chat El Hilal .(Google earth)

Description de la zone d'étude

II-3- Situation géographique de Chat El Worod :

Chat El-Worod est le nom donné à une plage relevant de la commune de Ouled Boudjemaâ et située en amont de la plage de Oued El Hallouf dénommée présentement Chat El Hilal. Chat El Worod est une plage de la commune de Sidi Ben Adda, connu aussi sous le nom de la plage des Mouches (Les fleures). Disposant d'un rivage long de 500 m, El Ward est encaissé entre deux formations rocheuses élevées de 30 m et présentant des sortes grottes servant d'échouage pour les petites embarcations et coins préférentiels par les chasseurs et les pêcheurs à la ligne.



Figure n° II -7: Situation géographique de Chat El Worod.(Google earth).

Description de la zone d'étude

II-4- Situation géographique de la plage Madrid :

Béni Saf est une ville côtière et portuaire où se situe la plage de Madrid, 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° II--8: Image satellitaire du site Plage de Madrid de Beni Saf.(Google earth).

Matériels et méthodes

III- Matériel et méthodes

Le but principal du présent travail est l'évaluation des qualités physico-chimiques et bactériologiques du l'eau de mer, des plages de la wilaya d'Ain Témouchent.

III-1- L'échantillonnage

L'échantillonnage été fait dans 3plages de la wilaya d'Ain Temouchent (Chatt El Hilal ,Chatt El Worod, Plage de Madrid) , La prise de prélèvement été fait dans les deux cotés de chaque plage (à droite et à gauche) .

III-1-1-Techniques de prélèvement

Selon **Rodier (2009)**, l'eau destinée à l'analyse microbiologique est prélevée dans des flacons en verre d' 1litre, soumis au préalable a un nettoyage rigoureux (un rinçage à l'eau potable puis 3 rinçages à l'eau distillée) séchés, bouchés, enveloppés séparément dans un morceau de papier filtre, puis stérilisés à l'autoclave à 120°C pendant 15 minutes. Et pour éviter toute contamination, les flacons sont ouverts, remplis et refermés sous l'eau. 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.

Un espace suffisant doit être laissé dans la bouteille d'échantillon lors du prélèvement afin de permettre le mélange avant l'analyse du moment que les bactéries se fixent par adsorption aux particules et aux parois internes de la bouteille d'échantillon. Il est recommandé d'obtenir un échantillon d'un volume de 1000 ml. La bouteille à été convenablement identifiée, conservée à l'abri de la lumière et de la chaleur, dans une glacière (température proche de 4°C pendant le transport).

III-1-2-Transport des échantillons

Les échantillons sont ensuite étiquetés et transportés dans une glacière isotherme (4°C), car la teneur en germes des eaux risque de subir des modifications dans les flacons. L'analyse se fait le même jour en aucun cas au-delà de 24h, aussi il est préférable de le raccourcir lorsque l'eau est présumée être très polluée.

En ce qui concerne, la surveillance des eaux côtières, l'analyse au laboratoire débute dans un délai maximum de 8 heures après le prélèvement de l'échantillon selon les recom

Matériels et méthodes

mandations de **Rodier (2009)**. Tout prélèvement doit être accompagné d'une fiche de renseignement sur laquelle on note : lieu de prélèvement, date et heure de prélèvement, l'état de la mer, le vent (la direction).

III-1-3-Lieux de réalisation des analyses :

Les analyses microbiologiques de l'eau de mer ont été effectuées au niveau de laboratoire d'hygiène de la wilaya d'Ain Témouchent.

III-2-Méthodes analytiques

III- 2-1 Les Analyses physicochimiques

Des analyses physico-chimiques ont été 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 du centre universitaire de Ain Temouchent.

III- 2-1-1 Mesure de pH :

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 (**M. D. D. E. P, 2006**).

L'eau de mer est alcaline, elle est généralement de l'ordre de 8. (**Bradai, 1994**).

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=7 et de pH=10), vérifier la calibration du pH-mètre avec le standard pH=7
- Rincer l'électrode en verre avec l'eau à analyser et la tremper dans un bêcher de 100ml rempli d'eau à analyser.
- 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 .
- Pour la maintenance de l'électrode rincer le après chaque mesure avec de l'eau distiller.



Figure n° III-1: pH mètre.

III- 2-1-2 Mesure de la température et l'oxygène dissous

• Principe de mesure de l'oxygène dissous :

L'utilisation de la méthode électrochimique nous a permis l'estimation simultanée de la température et de l'oxygène dissous. L'appareil utilisé est un Oxymètre de terrain de marque OXI 197i (WTW) qui a précision de $\pm 0,1\%$. La sonde électrolytique est plongée dans l'eau prélevée immédiatement dès le remplissage des flacons, et la lecture directe de résultat sur l'Oxymètre.

• Principe de mesure de la température :

La mesure de la température de l'eau s'effectue à l'aide d'un thermomètre.

• Mode opératoire

Dans un bécher contenant l'eau à examiner

- Plonger un thermomètre.
- Attendre la stabilisation de l'appareil et on réalise la lecture.



Figure n° III-2 : Oxymètre



Figure n° III-3 : Thermomètre

Matériels et méthodes

III- 2-1-3 Mesure de 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 (**Bradai, 1994**)

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) (solution standard)
- Rincer l'électrode avec l'eau à analyser et la tremper dans un bêcher de 100ml rempli avec de l'eau à analyser.
- 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 distillée.



Figure n° III-4: Conductimètre

Matériels et méthodes

III-2-2 Les analyses bactériologiques

L'objectif de l'analyse bactériologique d'une eau basée sur l'étude de la variation de la population bactérienne globale, le dénombrement et la recherche des bactéries d'origine fécale et la recherche des bactéries pathogènes sont les grandes lignes des analyses bactériologiques des eaux (**Guiraud, 1998**).

Les dénombrements des coliformes totaux et fécaux et des Streptocoques fécaux ont été effectués par la méthode de nombre le plus probable (NPP respectivement sur milieux BCPL et milieux Rothe appelée aussi Colimétrie) (**Rejsek, 2002**).

Préparation des dilutions :

Dilution 10^0 consiste à la prise directe de la solution mère , des dilutions successifs de 10^{-1} jusqu'à 10^{-4} à l'aide de l'eau physiologique stérile répartie à raison de 9ml par tube

Dilution 10^{-1} prélever 1 ml de la solution mère à l'aide d'une pipette stérile et l'introduire dans un tube .

Dilution 10^{-2} dans un 2ème tube à essai on ajoute 1 ml de la dilution 10^{-1} à 9 ml d'eau physiologique et continuer ainsi jusqu'à la dilution 10^{-4} .

NB : Avant chaque dilution il faut agiter le contenu.

Au fur et à mesure de chaque dilution les différents milieux sont ensemencés.

III-2-2-2 Dénombrement des coliformes totaux et fécaux :

Sont des bacilles Gram négatif, non sporulé, oxydase négatif, aérobie et anaérobie facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48h à une température de 37°C-44°C (Guiraud et Galzy, 1980).

Les coliformes fécaux se distinguent des coliformes totaux par leur température de prolifération qui est de 44 °C (Lapied et Petransxiene, 1981).

Le nombre de coliformes est un indicateur de probabilité de la présence de bactéries pathogènes dans les eaux traitées, la présence de ces coliformes est un indicateur d'inefficacité du mode de stérilisation de l'eau. La présence de ces coliformes thermotolérants est une preuve indiscutable d'une contamination par matières fécales dans les eaux brutes.

Principe

La Colimétrie est l'ensemble des méthodes permettant la recherche et le dénombrement des coliformes, qui indique une contamination fécale.

Les coliformes ont la particularité de fermenter le lactose avec dégagement de gaz. Le développement des coliformes totaux acidifie le milieu qui se traduit par un virage de l'indicateur coloré. En outre, une production de gaz apparaît dans les cloches renversées.

Milieux de cultures et réactifs

-Milieu BCPL D/C et S/C muni d'une cloche de Durham, milieu Schubert , réactifs de KOVACS.

• Mode opératoire

Ensemencer une série de 9 tubes (avec cloche de Durham) de BCPL dont 3 tubes en double concentré avec 10 ml d'échantillon, 3 tubes en simple concentré avec 1 ml, et 3 tubes en simple concentré avec 0.1 ml. Incuber à 37°C pendant 48 h

Matériels et méthodes

Expression des résultats :

Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois : Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche). Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP.

Test confirmative

Le test de confirmation ou test de Marc Kenzie est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia Coli*.

Les tubes de BCPL positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche.

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu. L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 h

Après l'incubation, ajouter au tube positif quelques gouttes de réactif de Kovacs.

Lecture :

- Seront considérés comme positif ; les tubes présentant à la fois :
- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
 - Un anneau rouge ou rose en surface, témoin de la production d'Indole par *Escherichia Coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.
 - La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP.
 - en tenant compte du fait qu'*Escherichia Coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44 °C.
 - Utilisation d'un seul tube confirmatif (Dénombrement d'E. Coli).

Matériels et méthodes

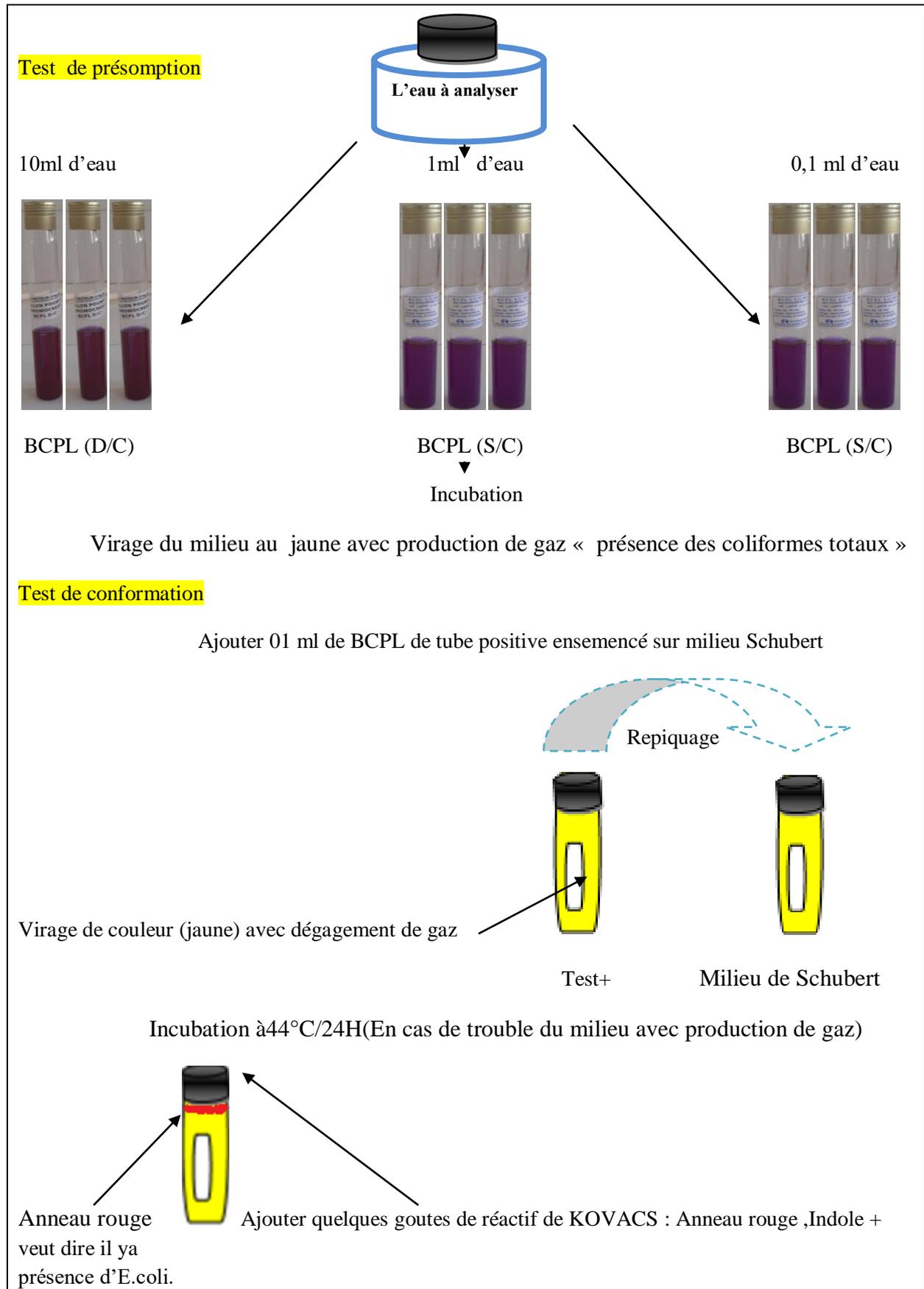


Figure n° III-5 : Protocole de recherche et de dénombrement des coliformes fécaux et totaux

III-2-2-3 Recherche des streptocoques fécaux

La recherche des streptocoques fécaux du groupe D nécessite tout comme les coliformes deux tests consécutifs.

- **Un test présomptif** : réalisé sur le milieu de Rothe :

-On ensemence trois tubes de milieu Roth (D/C, 10ml) avec 10ml de la solution mère, et trois tubes de milieu Roth (S/C, 10ml) avec 1ml de la solution mère, et trois tubes de milieu de Roth (S/C, 10ml) avec 0,1 ml de la solution mère.

L'incubation à 37°C pendant 48h.

Lecture : Les tubes présentant un trouble au milieu sont considérés comme (+) dont le nombre caractéristique de streptocoques fécaux est obtenu en se référant à la table Mac Grady.

- **Un test confirmatif** : qui consiste à repiquer les tubes positifs sur le milieu d'EVA Litsky.

Lecture : La présence des streptocoques fécaux se traduit par le jaunissement du milieu avec formation d'un dépôt (une pastille violette) au fond des tubes. On note le nombre des tubes (+) et on se réfère à la table de Mac Grady pour connaître le nombre des streptocoques fécaux présents dans l'eau .

Matériels et méthodes

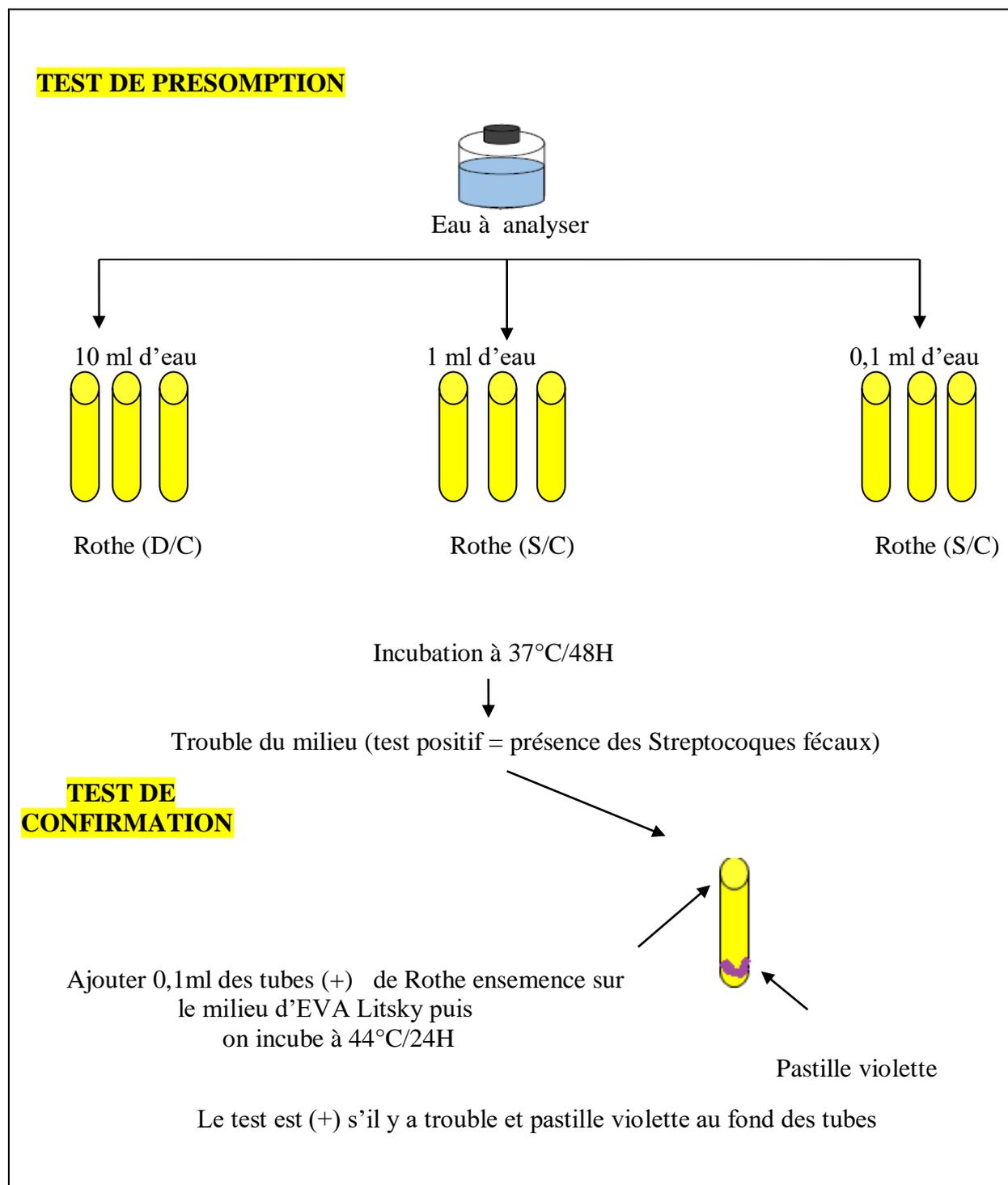


Figure n° III-6 : Protocole de la recherche et du dénombrement des streptocoques Fécaux

Matériels et méthodes

III-2-2-4 Recherche et dénombrement des *Clostridium* Sulfito-Réducteurs :

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, permettrait ainsi de déceler une pollution fécale ancienne (Rodier, 2009).

• Mode opératoire

Porter dans deux tubes de 1 ml de l'échantillon à analyser

Elaborer pour les deux tubes un chauffage à 80°C, pendant 10 minutes ; puis un refroidissement brutal sous l'eau de robinet (choc thermique qui a pour but d'éliminer la forme végétative et reste seulement la forme sporulée des bactéries Sulfito-Réducteurs).

On refroidit à 45°C et après on ajoute 2 gouttes d'alun de fer et quatre gouttes des sulfites de sodium puis on remplit les tubes avec 15 ml de gélose viande foie et mélanger avec précaution.

Laisser solidifier, puis incuber à 37°C pendant 48 heures avec une première lecture après 16 heures d'incubation.

• Lecture

Après la période d'incubation sera considéré comme positif, les tubes contenant de grosses colonies noires, qui correspondent au *Clostridium* sulfito-réducteur. Le résultat est exprimé par le nombre des *Clostridium* sulfito-réducteurs par 1 ml de l'échantillon à analyser.

Remarque

Le dénombrement après 24 heures d'incubation est effectué parfois après 48 heures, le tube devient complètement noir et devient donc indénombrable.

Matériels et méthodes

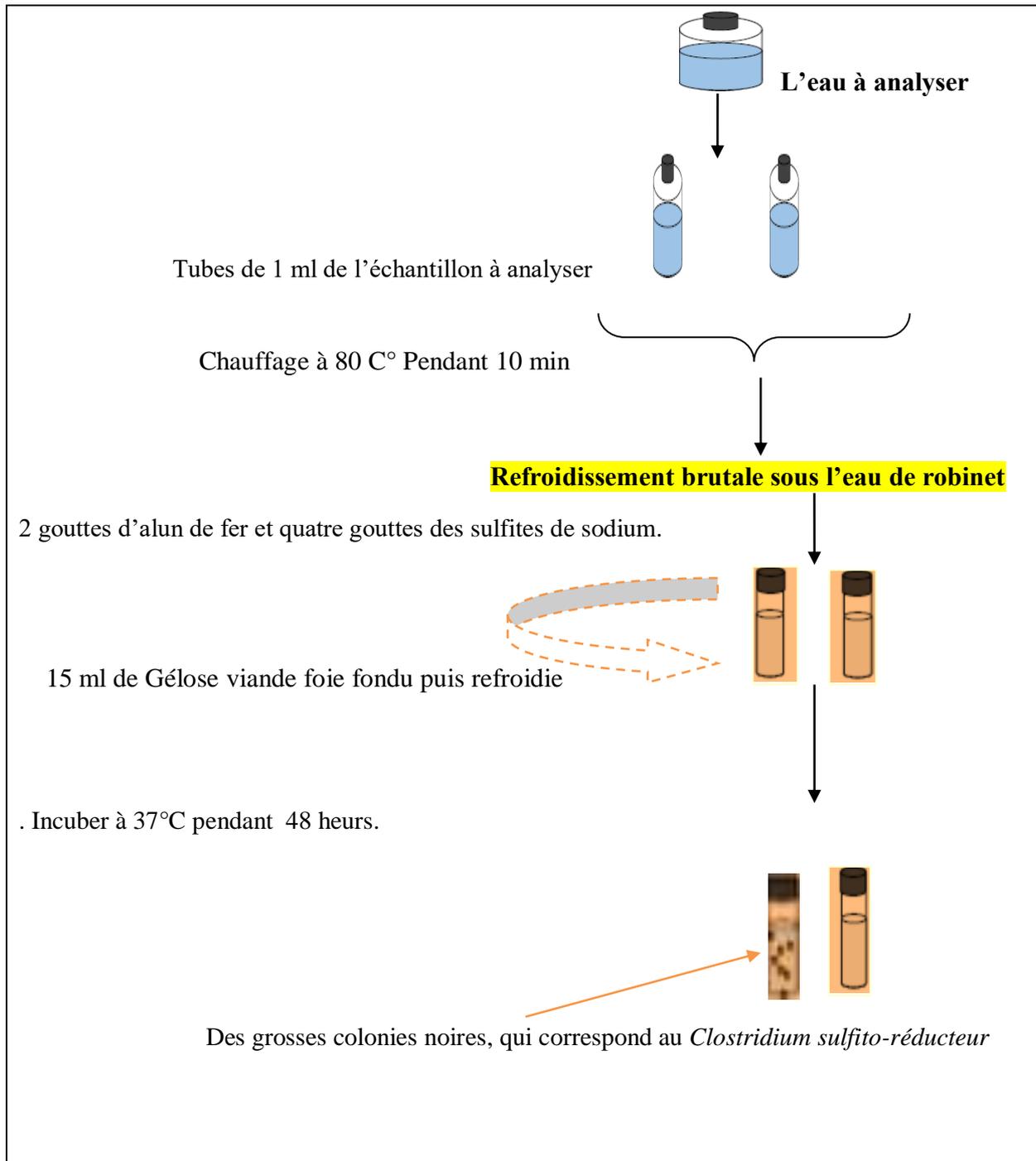


Figure n° III-7 : Protocole de la recherche et du dénombrement des Clostridium Sulfite-Réducteurs

III-2-2-5 Recherche du *vibrio cholerea* :

Les Vibrionaceae sont des Bacille Gram négatif droits ou incurvés, très mobiles, oxydase (+), AAF, fermentant le glucose sans production de gaz ni d'H₂S, sont hautement pathogènes.

- **Mode opératoire**

- Phase de prélèvement et du pré-enrichissement :**

Prélever 450 ml d'eau directement dans un flacon contenant 50ml de milieu de culture (eau peptone alcaline concentrée 10 fois).

Incuber pendant 24h à 37°C.

- Phase d'enrichissement :**

-A partir du premier enrichissement (EPA1) on effectue un premier isolement sur gélose GNAB1.

-On réalise un deuxième enrichissement en portant 1 ml de flacon d'enrichissement sur eau peptone alcaline (EPA2).

-On incube pendant 24h à 37°C.

-On effectue un deuxième isolement à partir du deuxième enrichissement sur gélose GNAB2.

-On incube pendant 24 h à 37°C.

- **Expression des résultats :**

Les colonies de *vibrio cholerea* ont 1 à 1,5mm de diamètre et sont transparentes, lisses et d'aspect légèrement bleuté.

Matériels et méthodes

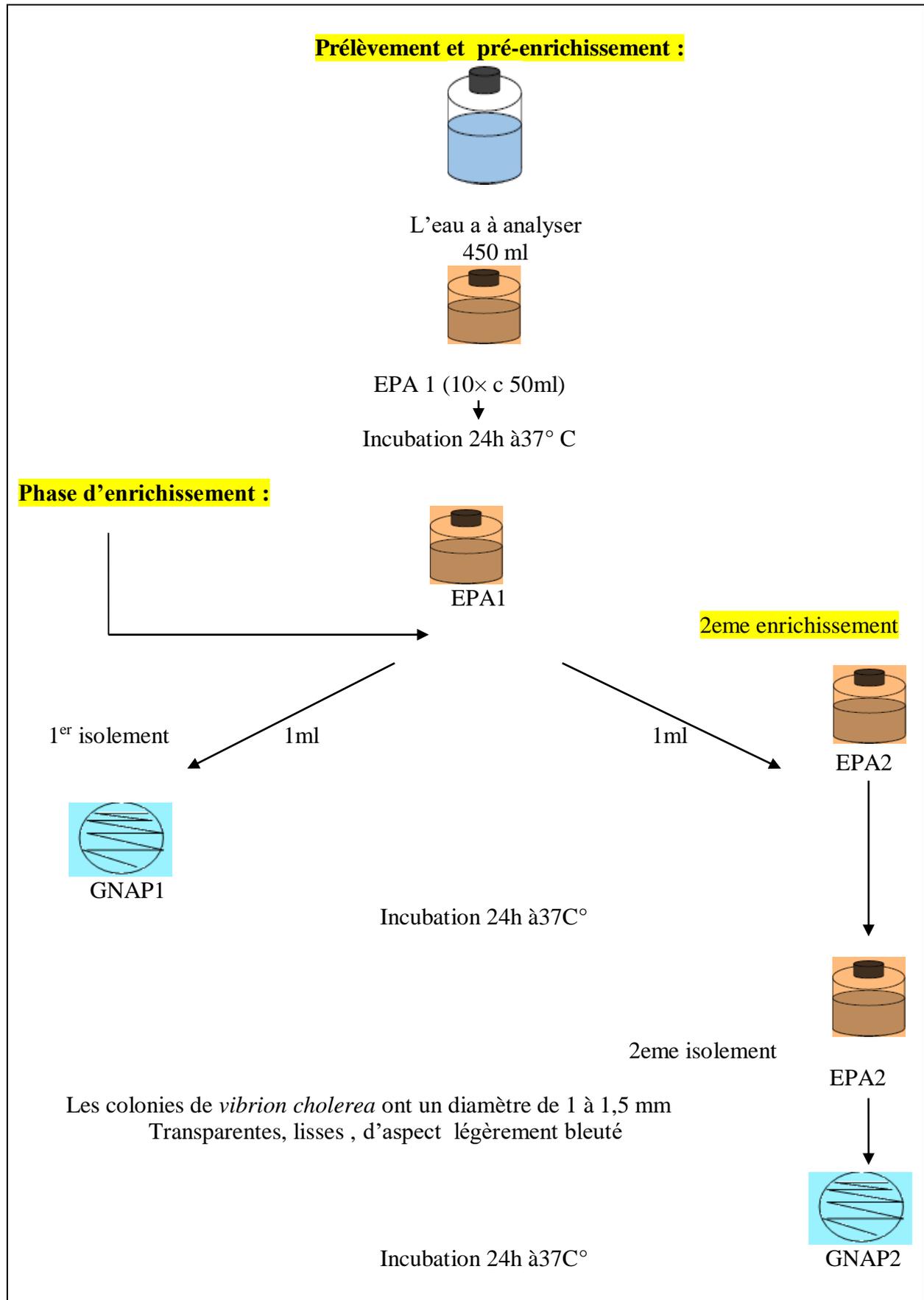


Figure n° III-8 : Protocole de recherche des Vibrions cholériques

Matériels et méthodes

III-2-2-6 Recherche des Salmonelles :

Sont des entérobactéries qui se présentent sous forme de Bacilles Gram Négatifs (BGN), ne fermentant pas le lactose, mais fermentant le glucose avec production de gaz et de H₂S .

- **Mode opératoire**

- Phase du 1er enrichissement**

Ensemencer séparément de 2 flacons de 100ml d'eau à analyser dans deux flacons de SFB.

- Phase du 1er isolement et du 2ème enrichissement**

Après agitation des flacons de SFB du 1er enrichissement, effectuer sur chacun d'eux :

Un isolement sur 2 boîtes d'Hektoen (HK1).

Un 2ème enrichissement en ensemençant 1 ml du SFB1 sur un tube de SFB simple concentration (SFB2).

Incuber le tout pendant 24h à 37°C.

- Phase du 2ème isolement**

A partir du tube du 2ème enrichissement (SFB 2), effectuer un 2ème isolement sur deux boîtes d'Hektoen (HK2).

Incuber pendant 24h à 37°C.

- **Lecture des résultats :**

Les colonies de salmonelles sont de tailles moyennes, lisses colorées en vert (couleur du milieu) avec en général un centre noir exprimé par 100ml.

Matériels et méthodes

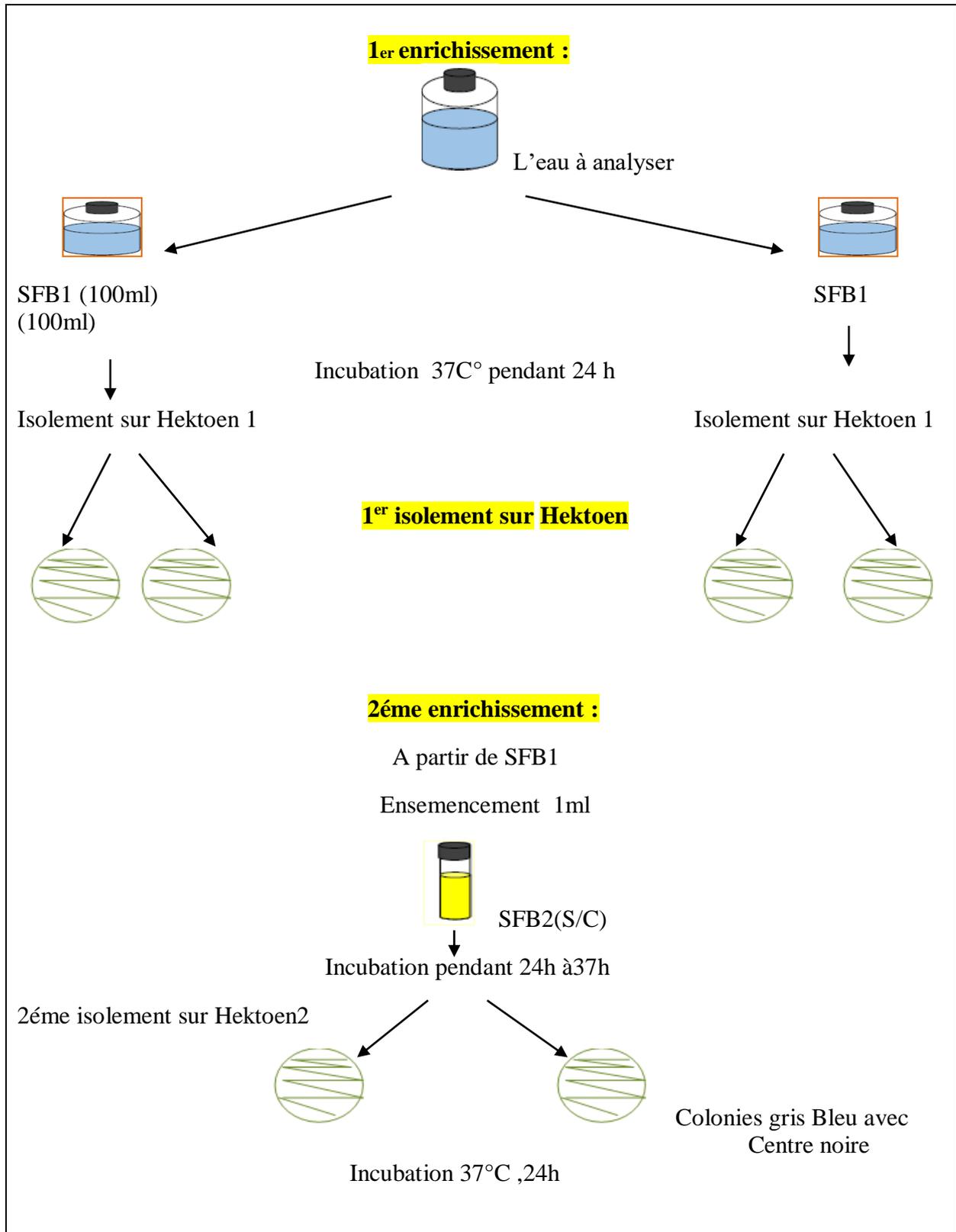


Figure n° III-9 : Protocole de recherche des Salmonelles.

Résultats et discussions

Résultats et discussions

IV-1-Résultats des analyses physico-chimiques du l'eau de mer :

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

IV-1-1 Le Potentiel d'hydrogène (pH)

Les résultats de la mesure du pH de l'eau de mer des trois sites : plage de Madrid, Chatt El Worod et Chatt El Hillal sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau n° IV-1: Les résultats de la mesure du Ph.

Les sites (plages)	Madrid	El Worod	El Hillal
Ph	6,9	7,9	8,16

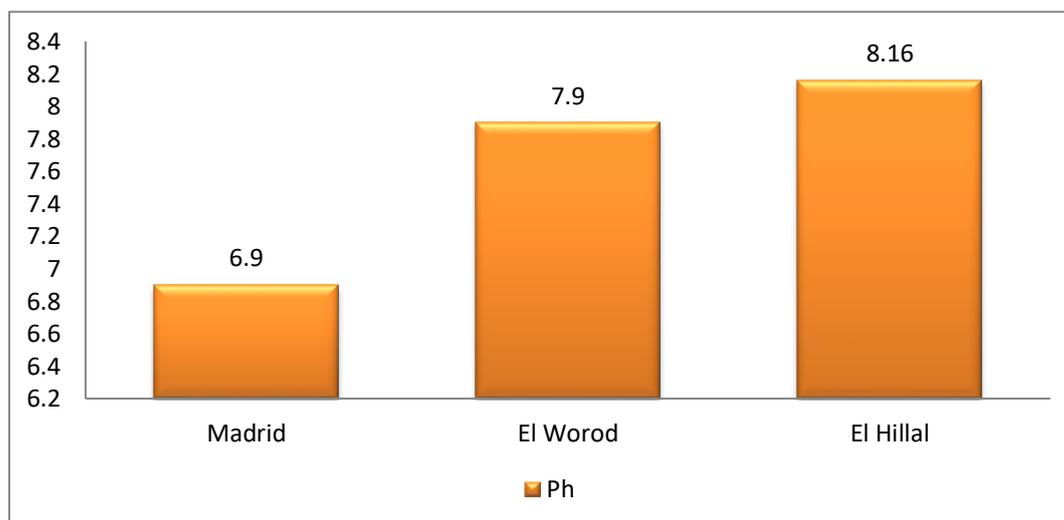


Figure IV-1: Les résultats de la mesure de Ph de l'eau de mer des différents sites

Le pH est un facteur physique d'une importante 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).

Le Ph affecte également la vie des coliformes. Un pH acide est le plus favorable à la survie de microorganismes, la sensibilité augmenté avec l'augmentation du Ph (Carlucci et Pramer 1960).

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

Les valeurs enregistrées pour le pH de l'eau de mer de Madrid et Chatt El Worod sont dans

Résultats et discussions

les normes (entre 6,9 et 7,9) par contre la plage de Chatt El Hillel il dépasse les normes 8,16. (**Journal officiel de la république algérienne n°46,1993**)

IV-1-2 L'oxygène dissous :

Les résultats de la mesure de la concentration de l'oxygène dissous de l'eau de mer des trois sites sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau n° IV-2: Les résultats de la mesure de l'oxygène dissous de l'eau de mer

Les sites (plages)	Madrid	El Worod	El Hillal
O ₂	8	7,3	7,1

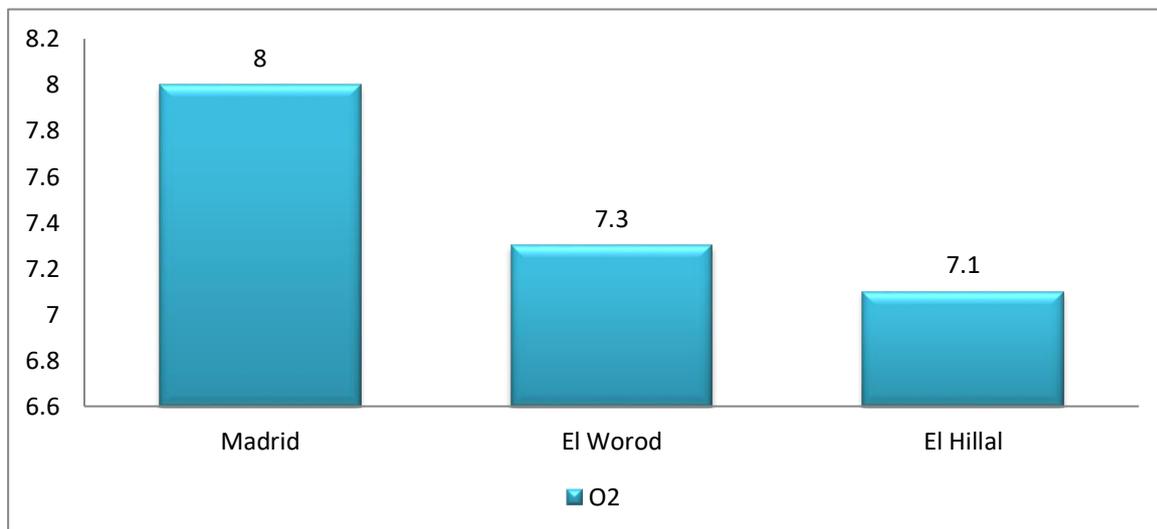


Figure IV-2: Résultats des mesures de l'oxygène dissous des trois plages.

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

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.

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 photosyn

Résultats et discussions

thèse. 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**).

IV-1-3 Température :

Les résultats de la mesure de la température de l'eau de mer des trois plages sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau n° IV-3 : Les résultats de la mesure de la température de l'eau des sites étudiés.

Les sites (plages)	Madrid	El Worod	El Hillal
T°C	21,6	21,3	21,5

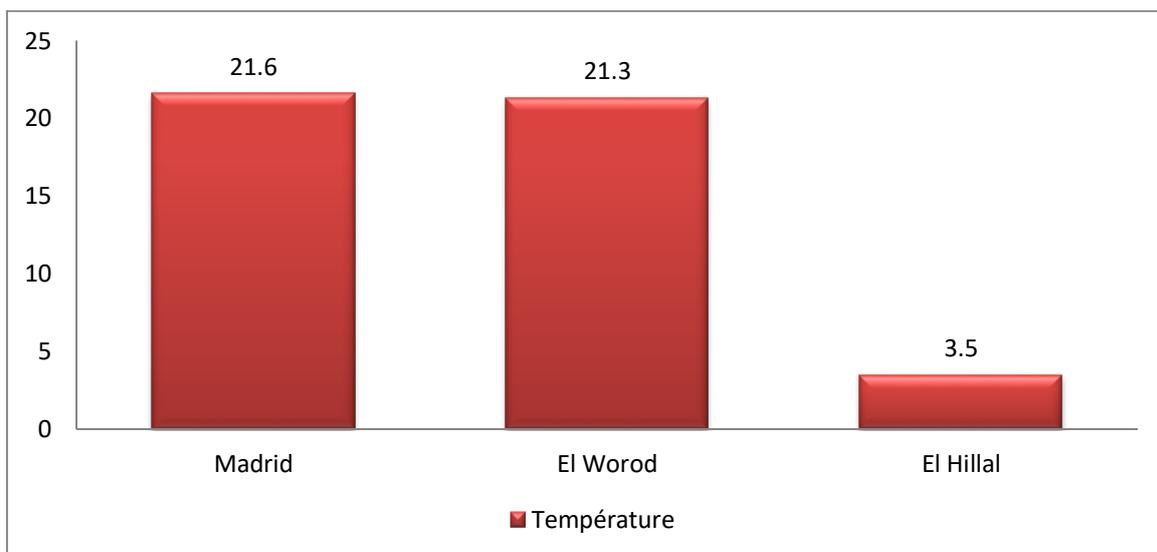


Figure IV-3: Résultats des mesures de la température des trois plages

L'analyse de la température dans nos sites de prélèvement, nous on permet d'enregistrer des valeurs entre 21.3° C et 21,5 C° elles ne dépassent pas les normes.

La diminution de la température de l'eau de mer est dûe au climat régional de type méditerranéen semi-aride à hiver chaud (**Emberger, 1955**). Qui influe sur la couche superficielle de la mer. (**Rodier, 2009**)

Résultats et discussions

IV-1-4 Conductivité :

Le tableau suivant montre les résultats de la mesure de la conductivité de l'eau de mer des trois sites, plage Madrid, Chatt El Worod et Chatt El Hillal.

Tableau n° IV-4 : Les résultats de la mesure de la conductivité de l'eau de mer.

Les sites (plages)	Madrid	El Worod	El Hillal
Conductivité	46000	45000	44000

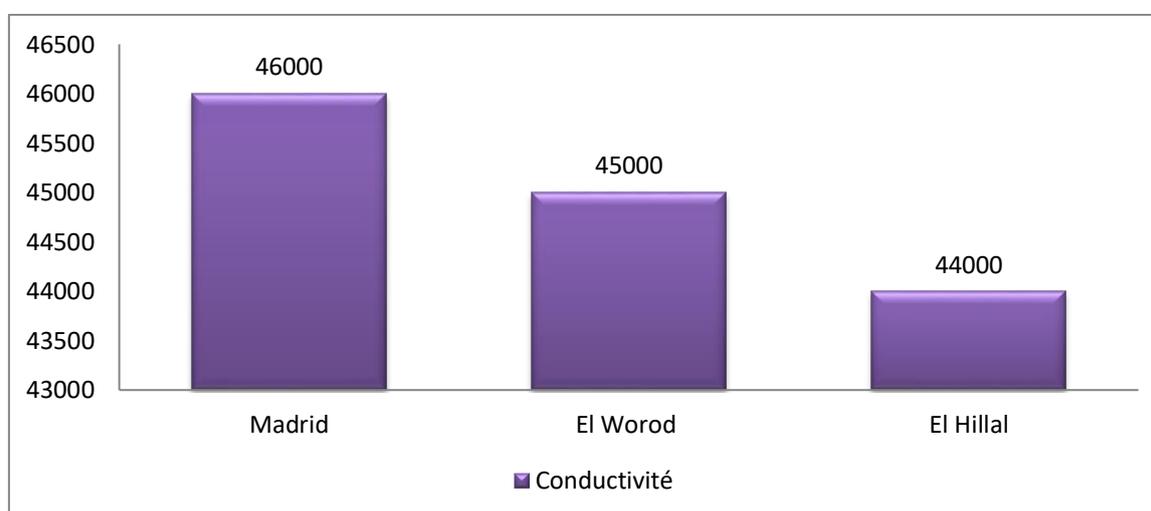


Figure IV-4 : Les résultats de la mesure de la conductivité de l'eau de mer des trois sites.

Les résultats que nous avons enregistré de l'eau de mer des plages étudiées montrent que la conductivité est dans la norme qui est $56\mu\text{S}/\text{cm}$.

Il existe une relation proportionnelle entre la teneur en sel dissous d'une eau et la conductivité qui donne une valeur élevée de la conductivité de l'eau de mer. L'augmentation de la conductivité d'une solution est due à la forte concentration en sels tel que les chlorures (**Rodier, 2009**).

Résultats et discussions

V-2- Paramètres bactériologique

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Les organismes pathogènes sont très nombreux et très variés et ne peuvent donc pas faire l'objet d'une recherche spécifique. De plus leur identification est très difficile voire impossible dans le cas des virus car leur durée de vie peut être très courte. Pour ces différentes raisons, il est préalable de rechercher des germes qui sont toujours présents en grand nombre dans la matière fécale des hommes et des animaux à sang chaud, qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur qui sont : la flore aérobie mésophile totale , les Coliformes totaux, les Coliformes fécaux, les *Clostridium* sulfito-réducteurs.

IV—2 -1 Coliformes fécaux et totaux

Sur le tableau suivant nous présentons les résultats de dénombrement des Coliformes fécaux et totaux

Tableau IV-5 : Les résultats de dénombrement des Coliformes fécaux et totaux.

Les sites étudiés	Coliformes	
	Fécaux	Totaux
Chatt el Hillal	<3germes/100ml	<3/100ml
Chatt El Worod	<3germes/100ml	<3/100ml
Plage Madrid	<3germes /100ml	<3 / 100 ml

Il ressort du tableau, que les valeurs enregistrées pour le dénombrement des Coliformes fécaux et totaux sont très faible <3germes/100ml.

D'après la figure n° IV-5 on remarque l'absence totale des Coliformes dans l'eau de mer analysé pour les trois sites. Ces résultats concordent bien avec les normes du Journal Officiel.

Ces résultats peuvent être liés à la saison, car la saison estivale n'a pas encore commencé et les plages sont fermées en raison de la pandémie.

Résultats et discussions



Figure IV-5: Les résultats des coliformes sur milieu BCPL.

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)

IV-2-2 Streptocoques fécaux

La réglementation de notre pays exclue impérativement la présence des streptocoques fécaux dans 100 ml. C'est aussi le cas de notre eau où on a constaté l'absence des streptocoques fécaux dans les eaux étudiées.

Tableau IV-6 : Les résultats de dénombrement des streptocoques fécaux

Les sites étudiés	Streptocoque fécaux
Chatt el Hillal	<3germes/100ml
Chatt el Worod	<3germes/100ml
Madrid	<3germes /100ml

Résultats et discussions

L'observation des échantillons (figure n° IV-6), nous permet de révéler l'absence des streptocoques fécaux dans les eaux de mer des sites (la plage de Madrid de Beni Saf, la plage de Chatt El Worod et la plage de Chatt El Hillal).



Figure IV-6 : Les résultats des Streptocoques fécaux sur milieu Roth

IV-2-3 Clostridium Sulfito-Réducteurs

Sur la figure n° IV-7 on observe l'absence totale de Clostridium Sulfito-Réducteurs dans l'eau de mer analysé pour les trois sites étudiés. Ce résultat est conforme à la norme algérienne.



Figure IV-7: Résultats des *Clostridium* sulfito réducteurs

L'absence des colonies entourées d'un halo noir dans l'eau de mer et l'eau traitée analysées montre que notre eau répond aux normes.

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

Résultats et discussions

tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent donc un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (Hamed et al., 2012).

Il est connu que lorsque les concentrations de bactéries indicatrices sont supérieures aux valeurs standard, les entrées fécales peuvent provoquer une contamination pathogène et des risques pour la santé (Bonilla et al., 2007; Kalkan et Altug, 2015).

IV-2-4- *Salmonella*

Les résultats de dénombrement de *Salmonella* de l'eau de mer des trois sites : plage de Madrid, Chatt El Worod et plage de Chatt El Hillal sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau IV-7 : Les résultats de recherche de *Salmonella*

Site de prélèvement	Selmonelle	Norme
Chatt El Worod	Absence	Absence
Chatt El Hillel	Absence	
Plage de Madrid	Absence	

Les résultats montrent l'absence totale de la salmonelle dans les sites de prélèvement. Ces résultats concordent bien avec les normes du Journal Officiel

D'après la figure n° 8 on constate l'absence totale de Salmonelles sur la gélose Hektoen dans tout les plages étudié, ce ci est conforme à la norme algérienne.

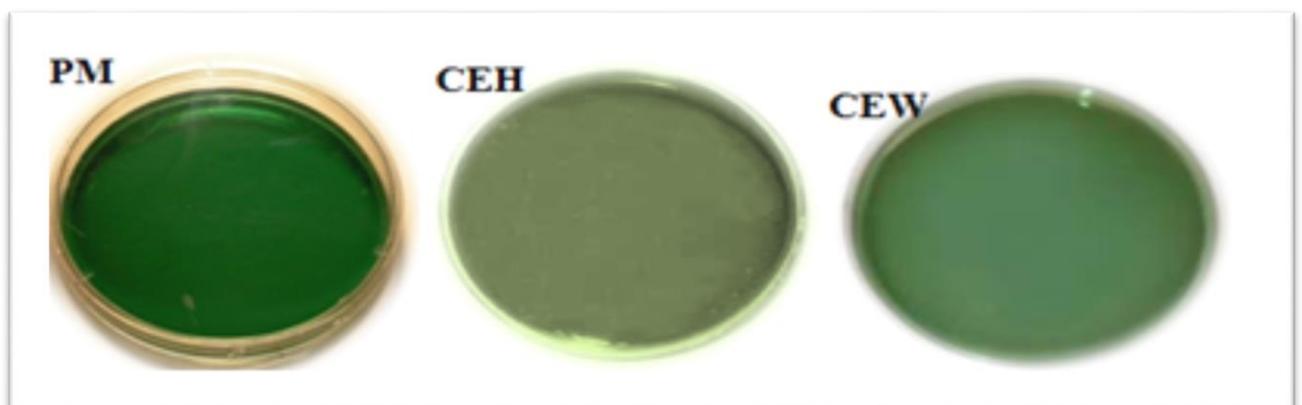


Figure n° IV-8: Résultats de *Salmonella*

Résultats et discussions

IV-2-5-Vibrions cholériques :

L'observation des échantillons, nous permet de révéler l'absence de *Vibrio cholerae* dans les eaux de mer des trois sites (la plage de Madrid de Beni Saf, Chatt El Worod et la plage de Chatt El Hillal).

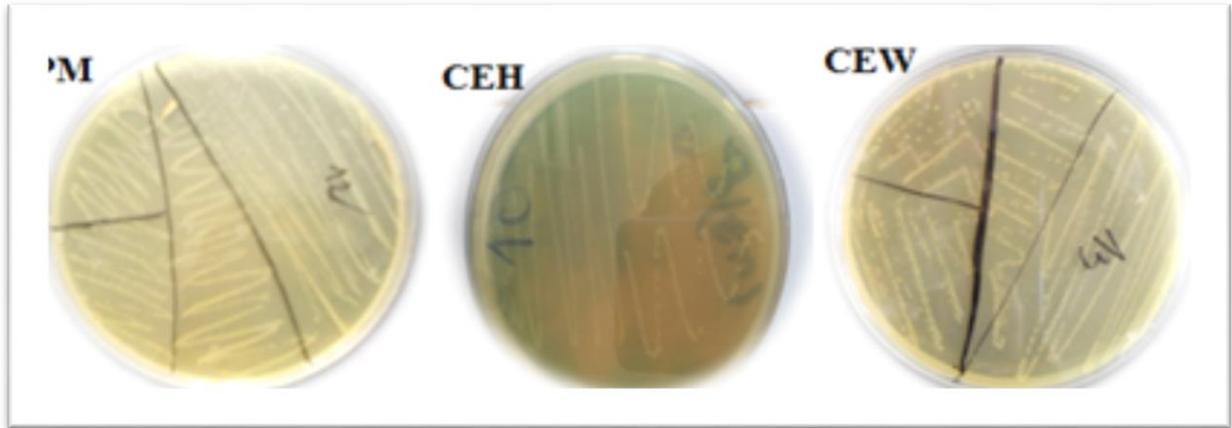


Figure IV-9: Résultats de *Vibrions cholériques*

La recherche des espèces pathogènes tels que les *Salmonella* et vibrio cholériques 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**).

La prépondérance de la contamination d'origine humaine est essentiellement due aux rejets domestiques sans traitement dans les milieux côtiers (**Bouzit, 2016**).

L'abondance de *Vibrio* change en fonction de la température de l'eau de mer (**Thompson et al., 2004; Blackwell et Oliver, 2008**), l'abondance et la distribution de *Vibrio* peut également varier selon la zone maritime.

Conclusion & Perspectives

Conclusion et Perspectives

Conclusion

Le but de cette étude est l'évaluation de la qualité physicochimique et microbiologique des eaux de mer de trois sites (plage de Madrid de Beni Saf et plage de Chatt El Hillal et EL Worod).

Les résultats obtenus des analyses bactériologiques nous ont permis de constater que les eaux de ces plages est conformes aux normes algériennes donc ces plages ne présente aucun danger pour la santé des baigneurs ,mais il faut mentionner que cette étude elle est partielle à cause de l'absence des moyens techniques et le temps qui a été insuffisant .

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

Il ressort de notre étude que les rejets des eaux usées domestiques et industrielles sont la principale source de la pollution des eaux et plus spécifiquement les eaux de baignades.

Ces pollutions se manifeste au niveau de la qualité microbiologique des eaux plus qu'au niveau de la qualité physico-chimique et elle représente une menace pour la sécurité des baigneurs et la faune et la flore de milieu aquatique.

En recommandation, le contrôle de qualité des eaux de baignade est une discipline qui s'apparente à de l'océanographie médicale. Qui doit être réalisé au cours de tout le cycle annuel et par des personnes spécialisés, ce qui permettra une bonne bio surveillance de ces écosystèmes pour éviter les incidents de pollution et soutenir une intervention rapide en cas de catastrophe.

Il faudrait dans un second temps s'intéresser aux plages interdites à la baignade afin de cerner les causes de leur pollution et proposer des solutions pour leurs réhabilitations le plus rapidement possible.

Références bibliographiques

A

ABOUSAMRA D, Pollution de l'eau ,l'aquaculture nouvelle source de pollution en méditerranée).

Adelman D, Hinga K.R and pilson M.E.Q ,Biogéochimistry of Butyltins in an enclosed marine ecosystem , Environmental science & Technology ,1990,24,1027-1032.

AEE (Agence Européenne pour l'Environnement), le milieu marin et littoral Méditerranéen – état et pression, Rapport, Copenhague, 1999, p.11.

Aminot & Kérouel ,2004. Titre :Hydrologie des écosystèmes marins paramètres et analyses. Ed Ifremer, France, 336p.

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

AUGELMANN A. Etude de la pollution microbiologique par temps de pluie ; De l'impact sur les usages du littoral ; Des exemples de solutions en France et à l'étranger. Agence de l'Eau Seine – Normandie **1996**.

ANDI (Agence Nationale de développement et de l'investissement) wilaya d'Ain Témouchent, 2013.

B

Bonilla, T.D., Nowosielski, K., Cuvelier, M., Hartz, A., Green, M., 2007. Prevalence and distribution of fecal indicator organisms in South Florida beach sand and preliminary assessment of health effects associated with beach sand exposure. Mar. Pollut. Bull. 54, 1472–1482. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.04.016>.

BOUGHRIET R. Pollutions en mer Méditerranée. Un point de non-retour à l'échéance 2011.

BOURAHLA et DIFFALAH, 2007 – La pollution microbiologique de la plage de Sablette et Oureah au niveau de la wilaya de Mostaganem. Mémoire d'Ingeniorat, Université de Mostaganem, 145p.

BOUZIANI M., 2000 – L'Eau : de la pénurie aux maladies. Ed Ibn-Khaldoun, Oran, pp 71-73.

Références bibliographiques

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

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

C

Cabelli VJ. Swimming-associated illness and recreational water-quality criteria. *Water Science and Technology* 1989;21(2):13-21.

Carlucci, A. F., & Pramer, D. (1960). An evaluation of factors affecting the survival of *Escherichia coli* in sea water: IV. Bacteriophages *Applied Microbiology*, 8(4), 254–256

Chevallier. H, 2007 : L'eau un enjeu pour demain. p 26, états des lieux et perspectives, Sang de la terre.

D

DEGREMONT, Mémento technique de l'eau , 2eme édition, (2005).

Djabri L., (1996). Mécanismes de la pollution et vulnérabilité des eaux de la Seybouse, origine géologiques, industrielles, agricoles et urbaines, Thèse de doctorat d'état Université d'Annaba , Algérie, 176 p.

E

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 .

Elskens M. (2010). Analyse des eaux résiduaires- Mesure de la pollution., 1-29p.

G

GESAMP (IMO/FAO/Unesco/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution), 1991. Reducing Environmental Impacts of Coastal Aquaculture. *Rep. Stud. GESAMP*, (47):35p.

GAUJOUS D., 1995 – La pollution des milieux aquatiques. Edit. Lavoisier Techniques et documentation. Paris. P217.

Goeury D ,2004, La pollution marine ,in woessner Raymond (dir),Mer et océans ,Paris .

Références bibliographiques

H

Hamdi M. et Ait Kaci M. (2008). Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques.

Huot A ,2010.Eau et santé ,, la revue Bio contacte , n °200.

J

JOURNAL OFICIEIE DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 46, 1993) .

K

Kalkan, S., Altug, G., 2015. Bio-indicator bacteria & environmental variables of the coastal zones: the example of the Güllük Bay, Aegean Sea, Turkey. Mar. Pollut. Bull. 95, 380–384..2015

KHELIL F., 2007- Evaluation de la contamination de l'eau de mer et d'un mollusque la moule, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819 pêché du port d'Oran. Mémoire de Magister, Université d'Oran, 112p.

LARBAIGT G, 1989 – Une meilleure connaissance des risques sanitaires liés à la baignade. Revue des sciences de l'eau, 2 : pp 295 – 306.

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

L

Ladjel.F (2006). Exploitation d'une station d'épuration à boue activée. CENTRE DE FORMATION ET METIER DE L'ASSAINISSEMENT . Boumerdes .80p

M

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

N

Nóra Szentmáry,2019 ; Acanthamoeba keratitis – Clinical signs, differential diagnosis and treatment, Production and hosting by Elsevier B.V.

P

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

Références bibliographiques

Prüss A. Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. *International Journal of Epidemiology* **1998**;27:1-9.

R

Ramade F, 2000 ,Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Edition : Ediscience International, France, 690p, p428.

RAPINAT M ,1982. L'eau : presse universitaire de France, 1^{er} édition.

Rodier, J., 1996. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 6^{eme} édition: Dunod, Paris.

Rodier J., 1999. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 7^{eme} édition: Dunod, Paris.

.

RODIER J., 2005. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8^{eme} édition: Dunod, Paris.

Rodier J., Legube B., Merlet N. (2009). L'analyse de l'eau, 9^{ème} édition, Ed. Dunod,1579p

RODIER J., 2009. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9^{eme} édition: Dunod, Paris.

S

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

Annexes

Annexe 1 : Les différentes étapes de déroulement de travail



L'échantillonnage



L'ensemencement



L'incubation

Annexes

Annexe 2 : principaux groupes d'agents pathogènes responsables des maladies d'origine hydrique

Groupes de micro-organismes	Pathogènes	Pathologies
Virus	Entérovirus(polio,écho)	Meningite,paralyse,Fièvres, myocardie, problème respiratoires et diarrhée
	Hépatite A et E	Infections hépatiques
	Norovirus	Diarrhée /gastro-entérite
	Sapporovirus	Diarrhée /gastro-entérite
	Rotavirus	Diarrhée /gastro-entérite
	Astrovirus	Diarrhée
	Adenovirus	Diarrhée,infections oculaires et problèmes respiratoires
	Roevirus	problèmes respiratoires et entériques
Bactéries	salmonella	Fièvre typhoïde diarrhée
	Shigellia	Diarrhée
	compylobacter	Diarrhée causes 1er des intoxications alimentaires)
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	Diarrhée
	<i>Escherichia coli</i> O157 :H7 et certaines autres souches	Diarrhée risque de complications (urémie hémolytique) chez les enfants
	<i>Legionella pneumophilia</i>	Pneumonie et autres infections respiratoires
Protozoaires	Naegieria	Méningo-encéphalite
	<i>Entamoeba histolytica</i>	Dysenterie amibienne
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	Diarrhée sévère, mortelle chez les individus immuno-déprimés
	<i>Cyclospore</i>	Diarrhée

Annexes

Cyanobactéries	Microcystis	Diarrhée par ingestion des toxines produites par ces organismes
	Anabaena	Pathologies neurologiques liées à l'ingestion de neurotoxines
	Apharizomenon	Pathologies neurologiques liées à l'ingestion de neurotoxines
Phytoplancton toxique	Alexandrium	Pathologies neurologiques liées à l'ingestion de neurotoxines
Helminthes	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascariasis

Annexe 3: Milieux de culture et réactifs :

Gélose nutritive :

Composition	g /l
Extrait de viande	1
Extrait de levure	2,5
Chlorure de sodium	5
Peptone	5
Agar	15
Ph 7,0 On verse 28g dans 1 litre d'eau distillé Porter à ébullition jusque dissolution complète. Stérilisation a l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.	

Annexes

Milieu lactose au bromocrésol pourpre (BCPL)

Composition	S/C (g/l)	D/C (g/l)
Extrait de viande de bœuf	3	6
Peptone	5	10
Lactose 5 10	5	10
Eau distillé	1000 ml	1000 ml

S/C et D/C : simple et double concentration respectivement.

pH final : 6.7, autoclaver à 120C° pendant 20minute

Milieu d'Eva Litsky :

Composition	g/l
Peptone	20
Glucose	5
NaCl	5
Monohydrogenophosphate de potassium	2.7
Dihydrogenophospahte de potassium	2.7
Azide de sodium	0.3
Ethyl violet	0.0005
Eau distillé	1000 ml

pH final : 6.8 - 7, autoclaver à 120C° pendant 20 minutes

Réactif d'ERILITH-KOVACS :

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

Annexes

Milieu de Rothe :

Composition	S/C g/l	D/C g/l
Peptone	20	40
Glucose	5	10
NaCl	5	10
Monohydrogenophosphate de potassium	2.7	5.4
Dihydrogenophosphate de potassium	2.7	5.4
Azide de sodium	0.2	0.4
Eau distillé	1000 ml	1000 ml

S/C et **D/C** : simple et double concentration respectivement.

PH final : 6.8- 7, autoclaver à 120C° pendant 20 minutes

Eau peptonée tamponnée (D /C)

Composition	g
Peptone	20
Chlorure de sodium	10
Monohydrogènosphosphate de sodium	18
Dihydrogènophosphate de sodium	3
Eau distillée qsp 100 ml	
Ajuster le ph à 7,2 avec NaOH au Hcl	
Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 min	
Conserver au réfrigérateur pendant 3 mois	

Milieu GNAP :

Composition	G
Bactopeptone	10
Extrait de viande	03
Chlorure de sodium	05
Agar	20

Annexes

✚ Eau peptone alcaline 10×C :

Milieu de transport du Vib- brion cholérique	Composition	g
	Acide borique	3,1
	Chlorure de potassium	3,72
	Hydroxyde de sodium	1,5
	Eau distillé qsp 1000ml Ajuster le ph à 9,2 Répartir 50ml dans des flacons de 500ml	
Milieu d'enrichissement du vibrion cholérique	Composition	G
	Peptone	30
	Chlorure de sodium	30
	Eau distillés qsp1000 Ajouter le ph à 8,6 Répartir en tubes de 10 ml Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes	

✚ Milieu Hektoen :

Constituants	Quantité en g/l
Peptone de viande	12
Extrait de levure	03
Lactose	12
Saccharose	12
Sels biliaires	9
Salicine	2
Sodium chlorure	5
Sodium thiosulfate	5
Citrate ferrique ammoniacal	1,5
Bleu de bromothymol	0,064
Fuschine Acide	0,1
Agar	14
Dissoudre 76 g dans un litre d'eau distillée ; autoclaver 15min à 121°C.	

Annexes

Milieu Schubert :

Composition	g
Chlorure de sodium	2
Sulfate de magnésium	0,7
Tryptophane	0,2
Acide glutamique	0,2
Sulfate d'ammonium	0,4
Monohydrogènosphosphate anhydre	9,47
Citrate de sodium	0,5
Tryptophane	10
Mannitol	7,5
Dihydrogènosphosphate de potassium	9,073
Eau distillé qsp 100ml	
Ajuster le ph à 7,6	
Stériliser l'autoclave à une température de 115 °C pondant 10 minutes	

Milieu Sélinite de sodium (SFB)(D /C)

Composition	g
Peptone pancréatique de caséine	5
Lactose	4
Monohydrogènosphosphate de sodium (Na ₂ HPO ₄)	10
Sélénite de sodium	4
Eau distillée qsp 1000ml	
Ajuster à un ph 7	
Chauffer les tubes pondant 30minutes	

Annexes

Annexe 4: Table de Mac Grady et intervalle de confiance des eaux marines :

Combinaison des tubes +	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

 **NORMES :**

CT_x : 10000 Mauvaise Qualité.

500-10000 Qualité Acceptable.

100-500 Bonne Qualité.

CF_x : 2000 Mauvaise Qualité.

100-2000 Qualité Acceptable.

100 Bonne Qualité.

SF_x : ≤ 100 Bonne Qualit

Annexe 5: Journal officiel de la république Algérienne n°46 (14 juillet 1993).

12	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 46	14 juillet 1993	
<p>Art. 4. — La fréquence minimale des prélèvements, le nombre minimal d'échantillons et d'analyses sont déterminés par arrêté conjoint du ministre chargé de l'environnement et des ministres concernés.</p> <p>Art. 5. — Lorsque la qualité des eaux de baignade ne satisfait pas aux paramètres prévues à l'annexe du présent décret, le wali territorialement compétent interdit la baignade pour cause de pollution.</p> <p>Art. 6. — L'agence nationale pour la protection de l'environnement (A.N.P.E) est chargée d'effectuer les</p>	<p>opérations de surveillance de la qualité des eaux de baignade et ce, en liaison avec les organismes et institutions concernés.</p> <p>Elle peut, à cet effet, faire appel à des laboratoires agréés conformément à la réglementation en vigueur, agissant sous sa direction et son contrôle.</p> <p>Art. 7. — Le présent décret sera publié au <i>Journal officiel</i> de la République algérienne démocratique et populaire.</p> <p>Fait à Alger le, 10 juillet 1993.</p> <p style="text-align: right;">Bélaïd ABDESSELAM.</p>		
<p>ANNEXE</p> <p>QUALITE REQUISE DES EAUX DE BAINADE</p>			
PARAMETRES	UNITES	VALEURS GUIDES	VALEURS LIMITES
MICROBIOLOGIQUES			
1. Coliformes totaux	/ 100 ml	500	10.000
2. Coliformes fécaux	/ 100 ml	100	2.000
3. Streptocoques ¹	/ 100 ml	100	—
4. Salmonelles	1 L	—	0
5. Enterovirus	PFU / 10L	—	0
6. Vibron cholérique	/ 450 ml	—	0
PHYSICO-CHIMIQUES			
7. Coloration	mg / l	—	Pas de changement anormal de la couleur
8. Huiles minérales	mg / l	—	Pas de film visible à la surface de l'eau et absence d'odeur
9. Substances tensio-actives réagissant au bleu de méthyle	mg / l Lauryl-sulfate	> 0,3	Pas de mousse persistante
10. Phenols (indice phénol)	mg / l $C^6H^5O^4$	> 0,005	0,05 et aucune odeur spécifique
11. Transparence	M	2	1
12. Résidus goudronneux et matières flottantes (bois, plastique, bouteille et toute autre matière débris ou éclats)	—	—	Absence
13. P.H	—	—	6-8
14. Oxygène dissous	% Saturation en oxygène	—	80-120
15. Autres substances	—	—	Ne doit pas contenir de substances susceptibles de nuire à la santé des baigneurs
<p>1. Les concentrations inférieures ou égales aux valeurs guides indiquent une eau de bonne qualité.</p> <p>2. 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.</p>			

TABLEAU (suite)

PARAMETRES	UNITES
Nitrates	mg/l
Bicarbonates	mg/l
Nitrites	mg/l
Chlorures	mg/l
Sulfates	mg/l
Orthophosphates	mg/l
Silicates	mg/l
Carbonates (pH 8,3)	mg/l
Agents de surface anioniques	mg/l TPBS
Agents de surface non anioniques	mg/l NP 10
Indice de phenol	mg/l
Cyanures	mg/l
Chrome total	mg/l
Fluor	mg/l
Plomb	mg/l
Sélénium	mg/l
Cuivre	mg/l
Zinc	mg/l
Arsenic	mg/l
Fer	mg/l
Manganèse	mg/l
Cadmium	mg/l
Mercure	mg/l
Substances extractibles au chloroforme	mg/l SEC
Phthalates	10^{-6} mg/l
Pesticides organo - chlorés	10^{-6} mg/l
Polychlorobi-phényles totaux	10^{-6} mg/l
Analyse bactériologique	
Coliformes totaux	numération dans 100 ml
Coliformes fécaux	" "
Streptocoques fécaux	" "
Salmonelles	Présence ou absence

Décret exécutif n° 93-164 du 10 juillet 1993 définissant la qualité requise des eaux de baignade.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'éducation nationale,

Vu la Constitution, notamment ses articles 81 et 116 ;

Vu l'ordonnance n° 76-80 du 23 octobre 1976 portant code maritime ;

Vu la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement ;

Vu la loi n° 83-17 du 16 juillet 1983 relative au code des eaux ;

Vu la loi n° 85-05 du 16 février 1985, modifiée, relative à la protection et à la promotion de la santé ;

Vu la loi n° 89-23 du 19 décembre 1989 relative à la normalisation ;

Vu le décret n° 83-457 du 23 juillet 1983 portant création de l'agence nationale pour la protection de l'environnement (ANPE) ;

Vu le décret n° 85-13 du 26 janvier 1985 fixant les conditions d'utilisation des plages ;

Vu le décret présidentiel n° 92-304 du 8 juillet 1992 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 92-307 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 92-489 du 28 décembre 1992 fixant les attributions du ministre de l'éducation nationale;

Décète :

Article 1^{er}. — Le présent décret a pour objet de définir la qualité des eaux de baignade à l'exception des eaux destinées aux usages thérapeutiques et des eaux de piscine.

Art. 2. — Au sens du présent décret on entend par :

— "eaux de baignade" les eaux ou parties de celles-ci 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,

— "zone de baignade" l'endroit où se trouvent des eaux de baignade.

Art. 3. — La qualité des eaux de baignade doit satisfaire aux paramètres micro-biologiques et physico-chimiques indiqués à l'annexe du présent décret.

Les méthodes d'échantillonnage, de conservation, de manipulation et d'analyses des échantillons sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.

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 traité.

Un plan de travail a été adopté pour une évaluation de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau des plages du Ain Temouchent au niveau de trois plages, qui sont (Chatt El-Worod, Chatt El-Hillel, Plage Madrid), les prélèvements d'eau ont été effectués durant les mois de Février et Mars de l'année 2020, suivant des méthodes standardisées, pour des suivi physicochimique, et bactériologique.

Les processus de dénombrements bactériens ont montré que les eaux des plages de baignade de la ville d'Ain Temouchent ont une bonne qualité bactériologique et physicochimique. De façon générale on a trouvé que les eaux des plages étudiées sont conformes aux normes algériennes. De ce fait, un contrôle rigoureux des eaux de ces plages doit être réalisé au cours de tout le cycle annuel et par des gens spécialisés, ce qui permettra une bonne bio surveillance de ces écosystèmes.

Mots clés : qualité bactériologique, qualité physicochimique, eau de mer, pollution.

Abstract

The available data on water quality reveal that most of the water resources in Algeria are polluted by uncontrolled discharges of municipal wastewater and untreated industrial effluents.

A work plan has been adopted for an evaluation of the bacteriological and physico-chemical quality of the water of the Ain Temouchent beaches from three beaches (Chatt El-Ward, Chatt El-Hillel, Madrid Beach). The water samples were taken during the month of March of the year 2020, according to standardized methods, for physicochemical and bacteriological monitoring.

The processes of bacterial enumeration of beach waters have shown that the waters of the bathing beaches of the city of Ain Temouchent have a good bacteriological and physicochemical quality. In general, it was found that the waters of the beaches studied conformed to Algerian standards. For this reason, rigorous monitoring of the waters of these beaches must be carried out throughout the annual cycle and by specialized people, which will allow for good bio-monitoring of these ecosystems.

Keywords: bacteriological quality, physicochemical quality, seawater, pollution.

ملخص

تكشف البيانات المتاحة حول جودة المياه ان معظم موارد المياه في الجزائر ملوثة بمياه الصرف الصحي و التدفقات الصناعية الغير معالجة مخطط تم اتباعه من اجل تقييم الجودة البكتريولوجية و الفيزيوكيميائية لمياه شواطئ عين تموشنت (شاطئ الورود , شاطئ الهلال , شاطئ مدريد) , العينات التي تم اتخاذها خلال شهر مارس 2020 و باتباع طريقة عمل موحدة من اجل التحاليل الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية. اظهرت عمليات العد البكتيري لمياه شواطئ عين تموشنت , انها تتمتع بجودة بكتريولوجية و فيزيوكيميائية جيدة , وبشكل عام لقد تبين ان مياه الشواطئ التي تم دراستها تتوافق مع للمعايير الجزائرية , وعليه فان المراقبة الصارمة لمياه هذه الشواطئ يجب ان تتبع طيلة السنة وذلك من طرف هيئات متخصصة , مما يسمح بالمراقبة الجيدة لهذه الانظمة البيئية .

الكلمات المفتاحية : الجودة الميكروبيولوجية , الجودة الفيزيوكيميائية, مياه البحر, تلوث.