

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Blida -1-



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie
Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme de Master
Option : Microbiologie

Thème

**Analyse microbiologiques des eaux de piscines des régions de
Blida et Tipaza**

Date de soutenance : 14/09/2022

Présenté par :

M^{lle} BENMOUSSA Sarah

M^{lle} SEDDIKI Amel

Devant le jury :

Présidente : M^{me} HAMAI DI F.

Professeur

Université Blida -1-

Examinatrice : M^{me} TOBAL SGHIR-GUENOUNE.

MAA

Université Blida -1-

Promotrice : M^{me} LOUNACI L.

MCB

Université Blida -1-

Promotion : 2021-20222

Remerciements

*Avant tout, nous remercions **ALLAH** tout-puissant de nous avoir accordé de la force, le courage, et qui nous guident pour terminer ce modeste travail.*

*Nous tenons aussi à exprimer nos respectueuses gratitudee et nos reconnaissances à notre promotrice **Dr. LOUNACI L.** qui nous a guidées tout le long de ce travail, pour sa disponibilité et son soutien et la facilité qu'elle a apporté afin que ce travail s'achève dans les meilleures conditions possibles.*

*Nous aimerons également exprimer nos remerciements à **Pr. HAMAIDI F.** d'avoir accepté de présider le jury, et à **Mme TOBAL SGHIR-GUENOUNE S.** d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à **Mr LETLOUT H.** de nous avoir accueilli dans le laboratoire d'hygiène de Tipaza, et pour la confiance et l'aide qu'il nous à accordé. Ainsi nos sincères remerciements au **Dr. GUETTARI H.** Pour son soutien, et sa disponibilité.*

*Nous tenons à exprimer nos remerciements à **Mr TEFACHI D.** pour son encadrement exceptionnel au cour de notre stage, pour sa patience, ses conseils, son soutien moral, sa rigueur et sa disponibilité ainsi nos sincères remerciements à **Mme BOUZERTINI A.** pour la confiance et l'aide qu'il nous à accordé et tout le personnel de laboratoire d'hygiène et de santé publique Ouled yaich Blida de nous avoir bien accueillis et guidé.*

*Nos profonds remerciements vont également aux doctorants **BOUTEKFA Y. HENNI F. SEBSI A.** et **HAMMADECHE M.** pour leur guide, ses orientations, ses conseils et ses soutiens durant la période de notre stage.*

*Nous remercions beaucoup **HACI M.** pour son soutien et son aide.*

*Nous remercions également le personnel de la structure communale de santé publique de la commune de **BLIDA** spécialement **Mr BOUAMRA A.** et **Mr BOUJAABOUB S.** Ainsi **Mme BERDJEM A.** et **Mme BENNANI S.**, pour notre soutien et aide en particulier les facilités dans les transactions administratives ainsi que le transport des échantillons.*

*Nous remercions à tous les enseignants du département de Biologie de l'université **Saad Dahleb Blida**, qui ont contribué à notre formation.*

Finalement, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.



Dédicace

Grâce à Dieu le tout puissant, j'ai achevé la réalisation de ce modeste travail j'ai le grand plaisir de le dédier accompagné d'un profond amour,

A ma très chère mère

Qui m'a arrosé de tendresse, amour et d'espoir et qui a sacrifié leur vies pour ma réussite, toujours m'accompagne, m'encourage et me diriger chez le bon chemin par ses conseils judicieux et ses prière pour moi, un vibrant hommage, bien plus que ce que cette modeste dédicace ne saurait s'exprimer, ma fierté d'être sa fille déborde de mon cœur, que Dieu le prêt bonheur et long vie.

A mon très cher père

Mon précieux offre du Dieu et mon support dans la vie, qui m'a appris m'a supporté et ma dirigé vers la Gloire, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect, que Dieu le prêt bonheur et long vie.

A ma très chère sœur Chaïma

Mon adorable petite sœur qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille, ma partenaire et ma complice qui est toujours proche de moi, je te Souhaite tout le succès pour l'avenir.

A mon très cher frère Mohamed

La joie de la maison, ma fierté et mon protecteur, je te Souhaite tout le succès pour l'avenir.

A mes très chers amies :Imène, Khawla, Marwa, Faïza, Wafa, Amina

A toute ma famille

A mon binôme Sarah et toute sa famille

A tout la promotion de microbiologie

Amel



Dédicace

Grâce à dieu le tout puissant, j'ai achevé la réalisation de ce modeste travail que je tien très chaleureusement le dédié à :

Ma mère : La source d'amour, elle m'a encouragé durant toutes mes études, et qui sans elle ma réussite n'aura pas eu lieu.

Mon père : mon support dans la vie, qui m'a appris ma supporté et ma dirigé vers la Gloire, que Dieu le prêt bonheur et long vie.

Ma Grand-mère : EMBARKA, que dieu la garde pour nous.

Mon très cher frère : Younes, La joie de la maison, ma fierté et mon protecteur, je te Souhaite tout le succès pour l'avenir.

Ma très chère sœur : Amira, ma partenaire et ma complice qui est toujours proche de moi.

Mon beau-frère : Samir et Ma petite nièce : Léa.

Ma chère binôme« Amel », et toute Sa famille.

Mes chères tantes : Aïcha, Fadhila, Fatiha.

Mes chers oncles : Mohamed, Salim, Karim et Kader.

Mes très chères cousines : Fadwa, Dhikra, Nada, Melissa, Maïssane, Inès et Rimesse.

Mes chers cousins : Chahine, Zinou, Anis, Abd el Wahab, Diaa.

Tous les membres de ma Famille : Benmoussa, et Benchamma.

Mes professeurs et ma promotrice « Lounaci Lamia ».

Tous mes collègues et amies.

Sarah

Liste des tableaux

Tableau I : Qualité requise des eaux de baignade.....	4
Tableau II : Les normes de qualité microbiologique de l'eau.....	11
Tableau III : Les principales infections humaines transmissibles par l'eau.....	16
Tableau IV: Les désinfectants des piscines.....	18
Tableau V : Les réactions d'équilibre entre les principaux dérivés du chlore présents dans l'eau des piscines.....	20
Tableau VI : Valeur du chlore résiduelle (mg/l) dans les eaux de piscines analysées.....	36
Tableau VII : Résultats de la recherche des salmonelles dans les eaux de piscines analysées.....	40
Tableau VIII : Résultats de l'identification des staphylocoques sur le milieu Chromagar après 24h d'incubation à 37°C.....	43
Tableau IX : Répartition des microorganismes trouvés dans les eaux de piscines analysées selon leurs présences	47

Liste des figures

Figure 1 : Les types de baignades selon l'avis de l'agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail.....	5
Figure 2 : Méthode utilisée pour la recherche et le dénombrement des ASR.....	25
Figure 3 : Technique utilisée pour la recherche des coliformes fécaux.....	27
Figure 4 : Méthode utilisée pour la recherche de <i>staphylococcus aureus</i>	31
Figure 5: Pourcentage des résultats d'analyse des eaux de piscines prélevées au niveau de la wilaya de Blida et de Tipaza.....	35
Figure 6 : Résultats du chlore libre=1,0 mg/l mesuré par un analyseur du chlore.....	35
Figure 7 : Valeur du chlore résiduelle (mg/l) dans les eaux de piscines analysées.....	36
Figure 8 : Observation macroscopique des germes totaux cultivés sur milieu PCA sont incubées à 24 à 48h à une température de 30°C.....	37
Figure 9 : Observation macroscopique des colonies de coliformes fécaux sur gélose lactosée TTC incubé à 44°C pendant 24h.....	38
Figure 10 : Confirmation de la présence d' <i>E. Coli</i> sur le milieu urée indole incubé à 37°C pendant 24h.....	38
Figure 11 : Observation macroscopique des colonies de streptocoques fécaux sur le milieu Slanetz après incubation à 37°C pendant 48h.....	39
Figure 12 : Confirmation de la présence des streptocoques fécaux sur le milieu BEA après incubées à 44°C pendant 2h.....	39
Figure 13 : Résultats de la présomption de la présence des salmonelles sur le milieu SFB incubé à 37°C pendant 18-24h.....	40
Figure 14 : Observation macroscopique des colonies de salmonelles sur le milieu Hektoen incubé à 37°C pendant 24h.....	40

Figure 15 : Résultats de l'identification biochimique des salmonelles par la galerie API 20E.....	41
Figure 16 : Observation macroscopique des colonies de staphylocoques sur le milieu Chapman après 24h d'incubation à 37°C.....	41
Figure 17 : Résultats du test catalase (positif).....	42
Figure 18 : Résultats d'un BHIB+ colonie caractéristique de staphylocoque après 24h d'incubation à 37°C.....	42
Figure 19 : Résultats du test de la coagulase positif (confirmation de la présence de <i>S. aureus</i>).....	42
Figure 20 : Observation des oocystes de <i>Cryptosporidium</i> sp. sous microscope photonique (Gx400).....	43
Figure 21 : Observation microscopique d'un œuf de nématode (Gx400).....	44
Figure 22 : Observation microscopique des oocystes de <i>Cryptosporidium</i> sp. (Gx1000) après coloration de Ziehl-Neelsen.....	44
Figure 23 : Observation microscopique d'une larve de nématode (Gx1000) après coloration de Ziehl-Neelsen.....	44
Figure 24 : Observation microscopique des cellules d'amibes (<i>Arcella</i> sp.) (Gx1000) après coloration de Ziehl-Neelsen.....	45
Figure 25 : Observation macroscopique des colonies de <i>C. albicans</i>	45
Figure 26 : Observation microscopique des tubes germinatifs de <i>C. albicans</i> confirmée par test de blastèse (Gx1000).....	46

Liste des abréviations

ADN : Acide désoxyribonucléique.

ARN : Acide ribonucléique.

ASR : Anaérobies sulfito-réducteurs.

BEA : Bile esculine azoture.

BHIB : Bouillon infusion cœur cerveau.

C° : Degré Celsius.

D/C : Double concentration.

DPDN°1 : Diéthyl-p- phénylènediamine N°1.

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène.

HOCL : Acide hypochloreux.

OCl⁻ : Ions d'hypochlorite.

PCA : Plate-Count Agar.

pH : Potentiel d'hydrogène.

SFB : Bouillon sélénite-cystéine.

TTC : Gélose lactosée au TTC et au tergitol 7.

VF : Milieu Viande foie.

Résumé

L'eau d'une piscine présente un grand nombre de polluants, qui nécessite d'effectuer un traitement de l'eau régulier. Le contrôle sanitaire des eaux de piscine vise à assurer la protection sanitaire des baigneurs, et pour cette activité des normes ont été proposées.

Le but de cette étude est d'effectuer une analyse microbiologique qualitative des eaux de piscines semi olympiques et des piscines de loisirs prélevées à des différentes régions de la wilaya de Blida et de Tipaza.

Dans cette étude, différents microorganismes sont isolés à partir de 23 échantillons d'eaux de piscines analysées de la wilaya de Blida et de Tipaza. Les microorganismes mis en évidence sont les bactéries, parasites et levures.

Parmi les germes bactériens trouvés, les streptocoques de groupe (B, D), *E. coli* et *Enterococcus* sont les germes les plus répondus suivi par *S. aureus* et *S. saprophyticus*. Enfin, *Salmonella* sp. et *S. epidermidis* représentent les valeurs les plus faibles.

L'espèce parasitaire la plus répondue est le *Cryptosporidium* sp. Suivi par l'amibe (*Arcella* sp.), l'œuf et larve de nématode avec la présence de la levure *C. albicans*.

Mots clés : Analyse microbiologique, Baigneurs, Contrôle sanitaire, Eaux de piscine, Microorganismes.

Abstract

The water in a swimming pool contains a large number of pollutants which requires regular water treatment. The aim of the sanitary control of pool waters is to ensure the sanitary protection of bathers, and for this activity standards have been proposed.

The purpose of this study is to carry out a qualitative microbiological analysis of the waters of semi-Olympic pools and recreational pools taken from different regions of the wilaya of Blida and Tipaza.

In this study, different microorganisms are isolated from 23 pool water samples analyzed from the wilaya of Blida and Tipaza. The microorganisms identified are bacteria, parasites and yeasts.

Among the bacterial germs found, group streptococci (B, D), *E. coli* and *Enterococcus* are the most reported germs followed by *S. aureus* and *S. saprophyticus*. Finally, *Salmonella* and *S. epidermidis* are the lowest values.

The most frequently reported parasitic species is *Cryptosporidium* sp. followed by the amoeba (*Arcella* sp.), nematode egg and larva with the presence of yeast *C. albicans*.

Keywords : Microbiological analysis, Microorganisms, Pool waters, Sanitary control, Swimmers.

ملخص

المياه في حمام السباحة تحتوي على عدد كبير من الملوثات والتي تتطلب معالجة منتظمة للمياه. الهدف من المراقبة الصحية لمياه البركة هو ضمان الحماية الصحية للسباحين، وهذا النشاط تم اقتراح معايير له.

الغرض من هذه الدراسة هو إجراء تحليل ميكروبيولوجي نوعي لمياه المسابح شبه الأولمبية والمسابح الترفيهية المأخوذة من مناطق مختلفة من ولاية البلدة وتيبازة.

في هذه الدراسة تم عزل 73 كائنات دقيقة مختلفة من 23 عينة من مياه المسبح تم تحليلها من ولاية البلدة وتيبازة. الكائنات الحية الدقيقة التي تم تحديدها هي البكتيريا و الطفيليات و الخمائر.

من بين الجراثيم البكتيرية التي تم العثور عليها ، فإن المكورات العقدية للمجموعة (B و D) الإشريكية القولونية والمكورات المعوية هي الجراثيم الأكثر تواجدا تليها *S. aureus* و *S. saprophyticus* أخيراً، السالمونيلا و *S. epidermidis* هما الأقل تواجدا.

أكثر الأنواع الطفيلية شيوعا هي *Cryptosporidium sp.* تليها الأميبا (*Arcella sp.*) ، بيضة و يرقة الخيطية مع وجود الخميرة *C. albicans* .

الكلمات المفتاحية : السباحون، المراقبة الصحية، تحليل ميكروبيولوجي، مياه المسابح، كائنات دقيقة.

Sommaire

Remerciement

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction.....1

I. Partie bibliographique

I Généralité sur l'eau.....3

I.1 Les eaux de baignade.....3

I.1.1 Définition et généralité.....3

I.1.2 Les différents types de baignades.....4

I.2 Les eaux de piscine.....6

I.2.1 Définition et généralité.....6

I.2.2 Les différents types de piscines.....7

I.2.3 Les différents usages des piscines (Les activités).....7

I.2.4 Les paramètres des eaux de piscines.....8

- Les paramètres organoleptiques.....8
- Les paramètres physiques.....8
- Les paramètres chimiques.....9
- Les paramètres microbiologiques.....9

I.3 Les risques associés aux activités.....	9
I.3.1 Les risques physiques.....	9
I.3.2 Les risques chimiques.....	10
I.3.3 Les risques microbiologiques.....	11
I.4 Microorganismes pouvant contaminer les eaux de piscines.....	12
I.4.1 Les bactéries.....	12
• Les coliformes totaux.....	12
• Les coliformes fécaux.....	12
• <i>Escherichia coli</i>	12
• Streptocoques fécaux.....	12
• <i>Staphylococcus aureus</i>	13
• <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	13
• Salmonelle.....	13
• Les anaérobie sulfito-réducteurs.....	13
• <i>Vibrio cholera</i>	14
• La légionelle.....	14
I.4.2 Les parasites.....	14
• Les amibes.....	14
• <i>Cryptosporidium</i>	14
• <i>Giardia lamblia (intestinalis)</i>	15
I.4.3 Les virus.....	15
I.4.4 Les moisissures.....	15
• <i>Epidermatophyton floccosum</i> et <i>Trichophyton</i>	15
I.4.5 Les algues.....	15
I.5 Le recyclage de l'eau des piscines.....	17
I.6 Traitement de l'eau de piscine.....	17
I.6.1 La filtration.....	17

I.6.2 La désinfection.....	17
----------------------------	----

- Le chlore.....19

II. Partie expérimentale

II.1 Matériel.....	21
--------------------	----

II.1.1 Matériel biologique.....	21
---------------------------------	----

II.1.2 Matériel non biologique.....	21
-------------------------------------	----

II.2 Méthodes.....	21
--------------------	----

II.2.1 Echantillonnage.....	21
-----------------------------	----

- Prélèvement des échantillons.....21
- Etiquetage des prélèvements.....22
- Transport de l'échantillon.....22
- Conservation de l'échantillon.....23

II.2.2 Recherche et dénombrement des microorganismes dans les échantillons des eaux de piscines.....	23
--	----

II.2.2.1 Recherche des germes totaux.....	23
---	----

II.2.2.2 Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfitoréducteurs (ASR).....	24
--	----

II.2.2.3 Analyse bactériologique par la méthode de filtration.....	26
--	----

a) Recherche des coliformes fécaux.....	26
---	----

b) Recherche des streptocoques fécaux.....	28
--	----

c) Recherche des salmonelles.....	28
-----------------------------------	----

d) La Recherche des staphylocoques.....	29
---	----

e) Recherche de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	32
---	----

f) Identification biochimique : la galerie API 20 E.....	32
--	----

II.2.3 Recherche des parasites dans les eaux de piscines à analysés.....	33
--	----

II.2.3.1 Examen à l'état frais.....	33
II.2.3.2 Coloration par le lugol.....	33
II.2.3.3 Technique de coloration de Ziehl-Neelsen modifiée par Henriksen et Pohlenz....	33
II.2.4 Recherche des mycètes dans les eaux de piscines à analysés.....	34

III. Résultats et discussion

III.1 Pourcentage des résultats d'analyse des eaux de piscines prélevées au niveau de la wilaya de Blida et Tipaza.....	35
III.2 Résultats de valeur du chlore résiduelle (mg/l) et du pH dans les eaux de piscine analysées.....	35
III.3 Résultats de la recherche et dénombrement des microorganismes dans les échantillons des eaux de piscines.....	37
III.3.1 Résultats de la recherche des germes totaux.....	37
III.4 Résultats de la recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR).....	37
III. 5 Résultats d'analyse bactériologique des eaux de piscines par la méthode de filtration.....	37
III.5.1 Résultats de la recherche des coliformes fécaux.....	37
• Résultats d'identification d' <i>Escherichia coli</i>	38
III.5.2 Résultats de recherche des streptocoques fécaux.....	38
III.5.3 Résultats de la recherche des salmonelles.....	39
III.5.4 Résultats de la recherche des staphylocoques.....	41
III.5.5 Résultats de la recherche de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	43
III.6 Résultats de la recherche des parasites dans les eaux de piscine à analysés.....	43
III.6.1 Résultat de l'examen à l'état frais.....	43

III.6.2 Résultats de la coloration par le lugol.....	44
III.6.3 Résultats de la coloration de Ziehl-Neelsen modifiée par Henriksen et Pohlenz.....	44
III.7 Résultats de la recherche des mycètes dans les eaux de piscines à analysées.....	45
III.8.1 Répartition des espèces microbiennes trouvées dans les eaux de piscines analysées.....	46
III. 9 Discussion.....	48
Conclusion	51

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

L'eau est un élément nécessaire dans la vie, il est présent en grande quantité sur notre planète, c'est l'une des ressources naturelles précieuses sur la terre grâce à son importance pour la vie et les activités de tout les êtres vivant y compris l'homme **(Dosso, 2017)**.

L'eau est utilisée dans l'alimentation, l'hygiène, l'industrie, l'agriculture, et la natation (baignade), les usages de l'eau sont donc multiples **(Dosso, 2017)**.

La baignade en piscine est l'une des activités aquatiques dans le monde entier à cause des bienfaits de cette activité sportif et thérapeutique pour la santé (pour le développement et l'équilibre physique et mental de l'individu, bonne pour le diabète et le cœur) **(Fleuret, 2022)**.

Les risques pour la santé associée à la contamination de l'eau de piscine sont généralement liés aux nageurs qui sont la principale source de pollution de l'eau donc la qualité hygiénique de cette eau est cruciale **(Catastini et al., 2015)**.

Les maladies à transmission hydriques provoquées par l'ingestion ou le contact avec l'eau contaminée sont liés à la qualité d'eau, elles présentent un risque sanitaire à cause des microorganismes pathogènes transmissibles (bactéries, parasites, virus, moisissures).Les microorganismes issus des matières fécales affectent la qualité sanitaire des eaux de piscine **(Kherifi et Bekiri, 2017)**.

Le contrôle de l'eau de piscine repose principalement sur la détection et le dénombrement des microorganismes pathogènes qui indiquent un risque fécal, ce contrôle est effectué selon différent méthodes **(Kherifi et Bekiri, 2017)**.

Introduction

Les divers facteurs qui aident à prévenir les risques infectieux liés aux piscines sont les mesures techniques telles que la conception de la piscine, la gestion (gestion des différents paramètres : pH, turbidité, conductivité) et la désinfection de l'eau (le système de filtration, chlore, brome), et la qualité de l'air (Afsset, 2009).

Dans la présente étude, on s'est intéressé au contrôle microbiologique des différentes piscines de l'ordre étatique et privé situées au niveau des la wilaya de Blida et de Tipaza. Ce travail a été réalisé dans le laboratoire d'hygiène de la wilaya de Blida ainsi que le laboratoire d'hygiène de la wilaya de Tipaza.

L'objectif principal de cette étude est de :

- Mettre en évidence les différents microorganismes contaminants des eaux de piscines (bactéries, parasites, moisissures) dans les régions de Blida et de Tipaza.
- Définir les méthodes d'évaluation de la qualité microbiologique des eaux de piscine et la surveillance contre les maladies à transmission hydrique.

Partie bibliographique

I. 1. Généralité sur l'eau

L'eau est le cœur de toute vie sur notre planète. Elle est indispensable à la vie, c'est le premier élément constitutif des êtres vivants et de leur environnement. L'eau est une source d'énergie renouvelable gratuite utilisée depuis des milliers d'années (**Katshil et al., 2021**).

L'eau intervient dans de nombreux processus de production de biens matériels indispensables à l'activité de l'homme. Il est donc une ressource naturelle indispensable pour la vie de l'homme, des animaux et des végétaux. Il conditionne la vie humaine et le développement des activités socio-économiques. Ceux qui n'ont pas l'eau ne peuvent pas penser à l'avenir (**Rabeh, 2019**).

L'eau est d'une importance biologique et économique capitale. L'hydrosphère est le fondement de la vie et des équilibres écologiques. L'eau est à la fois un aliment, éventuellement un médicament, une matière première industrielle, énergétique et agricole, et un moyen de transport. Ses usages sont donc multiples, ils sont dominés par l'agriculture et l'aquaculture, l'industrie et l'artisanat, la fourniture collective ou individuelle d'eau potable pouvant être utilisée à certaines fins comme l'alimentation (eau potable, cuisine), aussi d'hygiène et de ménage et les loisirs aquatiques dont la baignade (**Georges, 2020**).

I. 1. Les eaux de baignade

I.1.1. Définition et généralité

La baignade est une activité de loisir très pratiquée en Algérie, qui représente un facteur de santé, mais est devenue également un élément important de développement touristique, cette activité peut cependant comporter certains risques pour la santé liée notamment à la qualité de l'eau (**Guenfoud, 2020**).

Notre civilisation moderne utilise de plus en plus les milieux aquatiques en loisirs, vacances et animations nautiques diverses. Il existe différentes catégories de baignades, équipées ou non, côtières (eau mer) ou intérieures (eau douce : rivières, lacs, étangs) (**Nasser, 2011**).

Partie bibliographique

Si la natation est un loisir relaxant, ses activités physiques est bonne pour la santé, elle peut présenter également certains risques. Ceux-ci sont liés à la qualité ou à l'activité de l'eau associée à la baignade. Les baignades constituent une source de pollution, elle est influencée par deux facteurs : la capacité de renouvellement de l'eau et aussi par la densité des baigneurs (Fleuret, 2022).

La qualité de l'eau de baignade est régie par un certain nombre de directives et de décrets algériens et européens, qui délimitent deux types de valeurs seuils, à savoir les valeurs guides et les valeurs limites. Celles-ci permettent de définir deux catégories de qualité des zones de baignade : les zones de bonne qualité et les zones de moyenne voire mauvaise qualité (Amin et al., 2017) (Tableau I).

Tableau I : Qualité requise des eaux de baignade.

Paramètres microbiologiques	Unités	Valeurs guides	Valeurs limites
1. Coliformes totaux	/ 100 ml	500	10.000
2. Coliformes fécaux	/ 100 ml	100	2.000
3. Streptocoques	/ 100 ml	100	–
4. Salmonelles	1 L	–	0
5. Enterovirus	PFU / IOL	–	0
6. Vibriion cholérique	/ 450 ml	–	0

(Le journal officiel Algérien N° 46 du 14 juillet 1993)

I.1.2. Les différents types de baignades

Selon l'avis de l'agence français de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset, 2009), les différents types de baignades sont : baignade en eau libre, baignade artificielle, baignade artificielle à traitement par filtration biologique et les piscines (Figure 1).

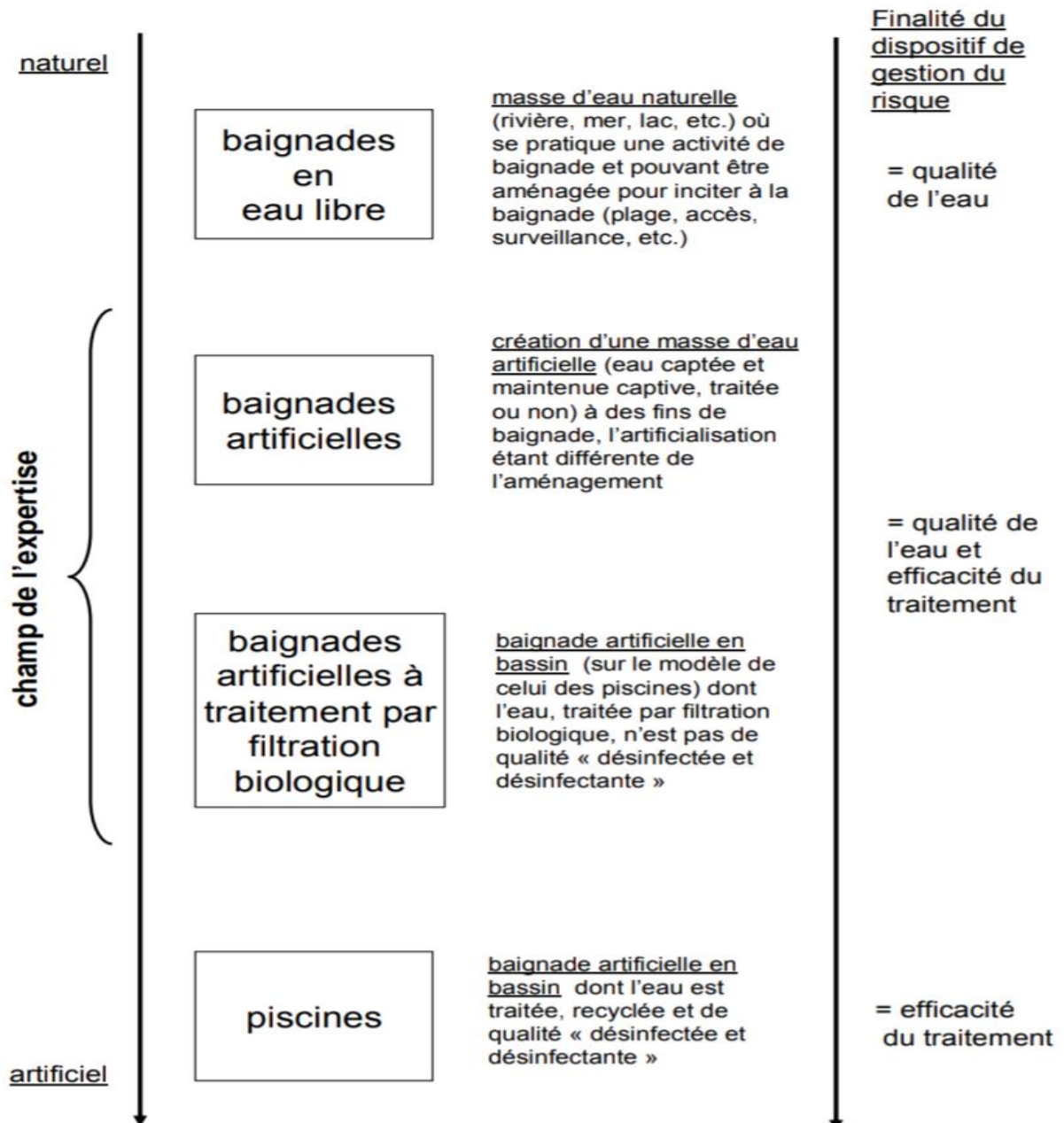


Figure 1 : Les types de baignades selon l'avis de l'agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset, 2009).

I. 2. Les eaux de piscine

I.2.1. Définition et généralité

Les piscines sont des bassins artificiels de formes et de dimension variables, aménagées pour la baignade et la natation (**Catastini et al., 2015**).

Les piscines peuvent être extérieures ou intérieures (une piscine d'intérieur est un lieu bien abrité et chauffé, pouvoir se baigner tout au long de l'année sans se préoccuper du temps qu'il fait dehors) (**Chadron et Billon, 2012**).

Les piscines et autres d'installations aquatiques sont des lieux prisés en raison des bienfaits qui y sont associés (**Auvray, 2020**).

Aujourd'hui, l'activité physique répond à un besoin, elle est considérée aussi une activité de loisir de plus en plus pratiquée. Les piscines sont des lieux de loisirs à la fois pour le bain libre, mais aussi pour l'apprentissage des techniques de nage synchronisée ou d'aquagym (**Schwob et Joncheray, 2013**).

La natation dans les piscines tant dans la phase d'apprentissage que dans la pratique courante, joue un rôle incontestable dans le développement et l'équilibre physique et mental de l'individu quel que soit son âge et sa constitution : enfant d'âge scolaire, sportif, bébé nageur, femmes enceinte, personnes âgées, handicapé. Dès lors, ses fonctions sont multiples : éducation, sport, divertissement, détente, socialisation. Cependant, pour le bien-être de tous ces spectateurs, les effets bénéfiques du bain ne doivent pas être entravés par l'apparition de contractions pathologiques lors de la fréquentation des piscines (**Benchehida, 2018**).

L'utilisation d'une piscine contenant une eau de bonne qualité nécessitant eau claire, inodore, non irritante pour la peau et les yeux, sans danger pour les maillots de bain et à une température adaptée aux activités qui s'y déroulent. De plus, dans le cas des piscines intérieures, les baigneurs ont besoin de respirer un air propre, qui ne cause pas d'inconfort et ne les expose pas à des contaminants plus ou moins nocif pour leur santé (**Festy et al., 2003**).

I.2.2. Les différents types de piscines

Le terme piscine recouvre un ensemble d'équipements très divers, tant par leur conception que par leur taille on distingue :

- **Les piscines en plein air (ou découvertes) :** toutes les piscines sont en plein air, les annexes sont généralement couvertes (Nicolas, 2021).
- **Les piscines couvertes :** les piscines et les annexes sont placées dans des bâtiments fermés (Nicolas, 2021).
- **Les piscines mixtes :** ces installations comprennent des piscines couvertes et des piscines en plein air (Auvray, 2009).
- **Les piscines transformables :** grâce à la couverture composée d'éléments mobiles, rigides, monobloc ou télescopiques, la piscine peut être découverte en quelques minutes, en déplaçant par translation ou rotation, couvrant généralement les annexes (Le Bas, 2000).
- **Les piscines avec couverture saisonnière :** en toile, la couverture conserve sa forme avec une légère surpression intérieure (structure gonflable) ou châssis fixe ; ces dispositifs tendant maintenant à disparaître à cause des contraintes pour de tels appareils et leurs performances médiocres (thermique, acoustique...) (Le Bas, 2000).
- **Les piscines extérieure, disponible en mi- saison :** ces équipements peuvent être utilisés en hiver grâce à des sas ou des passages qui permettent l'accès à la piscine depuis les accessoires sans accès à l'air libre (les couvertures isothermes sont préconisées dans cette formule pour limiter les pertes d'énergie à vide) (kharchiet al., 2007).

I.2.3. Les différents usages des piscines (les activités)

- ❖ **Les piscines sportives :** comprennent les piscines olympiques et semi olympiques pour la préparation et les compétitions organisées entre les athlètes (Moutiez, 2021)
- ❖ **Les piscines de loisir :** sont des bassins, toboggans, espaces aquatiques et aires de jeux pour le loisir surtout pour les enfants (Nicolas, 2021).

- ❖ **Les piscines éducatives:** sont des piscines de d'apprentissage de natation de fonction éducative (**Bottineau, 2021**).
- ❖ **Les piscines pour rééducation et thérapie. :** sont des piscines (y compris certain spa et piscine thermale) à exercices en piscine chaude et bains thérapeutique pour guérir certaines maladies (exemple : hernies discal) (**Houti et al., 2014**).

I.2.4. Les paramètres des eaux de piscines

✚ Les paramètres organoleptiques

- a) **L'odeur :** l'odeur de chlore dans les piscines est causée par l'ajout de la chloramine (**Carbonelle, 2003**).
- b) **La couleur :** la couleur de l'eau de piscine est généralement bleue et transparente grâce à la filtration mécanique et les produits de traitement chimiques (**Caillat et al., 2015**).
- c) **La turbidité :** c'est la teneur d'eau en particules suspendues, la turbidité est un indicateur de pollution (**Chungachako et Wafula, 2017**).

✚ Les paramètres physiques

- a) **La température :** la température idéale de l'eau d'une piscine doit être entre 26°C et 29°C pour assurer le confort de baignade (**Bernhard et al., 2019**).
- b) **Le potentiel d'hydrogène (pH) :** c'est la mesure de l'acidité de l'eau (la concentration en ion d'hydrogène). Il détermine l'acidité ou l'alcalinité d'eau. Le pH de l'eau de piscine doit être entre 7 et 7,4 (**Freyfer, 2012**).
- c) **La conductivité :** c'est la capacité de l'eau à conduire le courant électrique (la teneur en ions) (**Houti et al., 2014**).

✚ Les paramètres chimiques

Il existe de nombreux éléments chimiques présents dans l'eau tels que sodium, potassium, sulfate et le chlore (**Houti et al., 2014**).

✚ Les paramètres microbiologiques

Il existent plusieurs microorganismes dans l'eau : les bactéries, les parasites, les virus, les champignons et levures (**Catastini et al., 2015**).

I .3.Les risques associés aux activités

L'utilisation des piscines comporte de nombreux risques physiques, chimiques et microbiologiques qu'il s'agisse. Ces risques peuvent être liés à toutes les propriétés de l'eau, des diverses surfaces accessibles et de l'air alentours (**Catastini et al., 2015**).

I.3.1. Les risques physiques

Les risques physiques liés aux établissements balnéaires sont nombreux comme exemple: les noyades ou toutes sortes de malaises, incluent les chutes. Des chutes peuvent se produire sur des surfaces glissant, surtout autour des piscines, et peuvent causer des blessures plus ou moins graves (**Anses, 2013**).

Nous ne pouvons pas non plus oublier la surface intérieure du bassin, qui doit être exempte de matières, ou les sédiments peuvent rendre anormalement glissantes pour les gens, et qui se tient là causant des déséquilibres et des chutes de toutes sortes. Il est nécessaire de surveiller les lieux par des employés sensibilisés à ces risques particuliers et formés pour les prévenir et y faire face (**Anses, 2013**).

Il faut également considérer qu'une activité intense dans une piscine avec de l'eau surchauffée présente un risque physique pour les nageurs. En effet, la chaleur sur son corps sera plus difficile à dissiper, et les désagréments seront plus ou moins importants. La température de l'eau du spa ne doit pas dépasser la limite de tolérance pour les personnes âgées et sujettes à des maladies respiratoires (**Anses, 2013**).

I.3.2. Les risques chimiques

Les risques chimiques sont principalement liés aux produits utilisés pour le traitement et la désinfection de l'eau de piscine. Ainsi qu'aux produits d'entretien ménager. Les plus exposés sont les employés qui manipulent le produit, qui pourraient subir une allergie aiguë en cas d'accident, de mauvaise manipulation ou de mélange de plusieurs produits (**Voisin et Bernard, 2008**).

Les produits à base de chlore se mélangent accidentellement avec des acides, produisant du chlore gazeux dans l'atmosphère. Les réservoirs de produits chimiques présentent un danger chimique. Ceux-ci doivent être parfaitement étanches et munis d'évents. Ils doivent être placés dans un bassin de rétention au cas où le réservoir déborderait ou éclaterait accidentellement. Enfin, les précautions d'emploi du produit contenu dans le réservoir ainsi que la fiche signalétique doivent être clairement affichées à proximité de la cuve correspondante (**Anses, 2013**).

Il y'a aussi la formation de sous-produits de la désinfection par le chlore entraînant la formation de chloramines par exemple. En raison de leur solubilité dans l'eau et de leur volatilité, ces produits peuvent provoquer des effets néfastes pour les baigneurs lorsqu'ils sont en contact avec les yeux, les muqueuses et l'appareil respiratoire (**Anses, 2013**).

L'exposition à long terme aux produits chimiques qui peuvent résulter d'un mauvais stockage des produits chimiques utilisés dans le traitement et la désinfection de l'eau et l'entretien ménager (**Anses, 2013**).

I.3.3 Les risques microbiologiques

Le risque microbien est lié à la présence de microorganismes pathogènes dans l'eau. Ces microorganismes peuvent être des bactéries, des virus, des parasites ou des champignons. Les maladies qu'ils transmettent sont principalement les dermatites, les otites, les conjonctivites, l'hépatite et les gastro-entérites (**El Attifi El Ouadrassi, 2011**).

Dans la grande majorité des cas, les baigneurs eux-mêmes sont responsables de la présence de ces micro-organismes dans l'eau de la piscine. Certaines infections ne sont pas directement liées à l'immersion, mais plutôt à l'environnement du baigneur. Ils se propagent en touchant le sol ou d'autres surfaces sales (douches, vestiaires, marche, etc.) et provoquent des infections cutanées. Autres infections se propagent par inhalation et provoquent une pneumonie. Ces infections peuvent être évitées lorsque l'entretien et le fonctionnement des locaux et les niveaux résiduels de désinfectants dans l'eau sont suffisants (**Catastini et al., 2015**) (**Tableau II**).

Tableau II : Les normes de qualité microbiologique de l'eau.

Paramètres microbiologiques	
Paramètres	Normes
Coliformes fécaux	< 1 UFC/100 ml
<i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/100 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	< 1 UFC/100 ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 30 UFC/100 ml

(Guide d'interprétation de règlement sur la qualité de l'eau de piscines et autres bassins artificiels, Avril, 2016).

I.4. Microorganismes pouvant contaminer les eaux de piscines (Tableau III)

I.4.1. Les bactéries

- ✚ **Les coliformes totaux** : sont des bactéries de la famille des *Enterobacteriaceae*. Ce sont des bacilles à Gram négative, aéroanaérobies facultatifs, non sporulés, oxydase négative, ils fermentent le lactose avec production de gaz et se multiplient en présence de sels biliaires à 37C° pendant 48h. Ils constituent un groupe de bactéries que l'on retrouve dans l'intestin des mammifères (l'homme) et fréquemment dans l'environnement et survivent plus longtemps dans l'eau (**Fernandez-Santisteban, 2017**).

La détection des coliformes dans l'eau indique la présence probable des germes pathogènes ayant une origine identique (**Fernandez-Santisteban, 2017**).

- ✚ **Les coliformes fécaux** : on les appellent coliformes thermotolérants, ce sont un sous-groupe des coliformes totaux, ils sont capables de fermenter le lactose avec production de gaz à 44C°, l'espèce la plus fréquente est *Escherichia coli*.

La présence de ces bactéries indique une insuffisance dans le traitement d'eau (**Fernandez-Santisteban, 2017**).

- ✚ ***Escherichia coli*** : est une bactérie fait partie des *Enterobacteriaceae*, elle représente l'espèce la plus fréquente des coliformes fécaux, bacille à Gram négatif, mobile ou non, anaérobie facultatif, asporulé, catalase positif, oxydase négatif, elle se multiplie à température optimale de 37C°, elle est capable de fermenter le lactose et de produire l'indole présent naturellement dans l'intestin humain et dans l'environnement (l'eau de piscine) (**Gomes et al., 2016**).

- ✚ **Streptocoques fécaux** : sont des bactéries de la famille des *Streptococcaceae*, ils appartiennent au groupe D (susceptible de contaminer les eaux), cocci à Gram positif, ils se disposent en diplocoques ou en chaînettes, ils sont présents dans l'intestin humain c'est un bon indicateur de la contamination fécale (**Koffi-Nevry et al., 2012**).

✚ ***Staphylococcus aureus*** : c'est une bactérie de la famille de *Staphylococcaceae*, cocci à Gram positive, catalase positive, coagulase positive, ils se regroupent en amas, ce germe est trouvé sur la peau, les oreilles et le nez des baigneurs et responsable occasionnellement d'une pollution fécale, elle provoque des infections graves. C'est un microorganisme pathogène qui vit et se développe dans le corps humain (**Taylor et Unakal, 2021**).

✚ ***Pseudomonas aeruginosa*** : c'est une bactérie de la famille de *Pseudomonaceae*, bacille à Gram négatif, mobile, aérobic strict, asporulé, ubiquitaire, il est présent dans le sol et l'eau, et préfère les endroits humides tel que les piscines insuffisamment traitées par le chlore et les spas (**Morand, 2017**).

Elle provoque des infections aiguës parfois graves et mortelles, responsable de plusieurs infections (nosocomiales, urinaires, cutanées, pulmonaires), la principale voie de contamination est le contact avec l'eau contaminée (survit longtemps en suspension), et peut pénétrer dans l'organisme via les plaies ou les blessures (**Morand, 2017**).

✚ **Salmonelle** : les salmonelles sont des bactéries de la famille des *Enterobacteriaceae*, bacilles à Gram négative, mobile, aéro-anaérobic facultatif, asporulé.

Elles sont présentes dans l'intestin humains et dans les aliments notamment la viande et le lait, elles se trouvent dans les milieux aquatiques contaminés par les selles et peuvent survivre plusieurs mois dans l'eau (**Lagiere et al., 2017**).

✚ **Les anaérobies sulfite-réducteurs** : sont des bactéries anaérobies strictes, bacille à Gram positive, sporulés, catalase négative, ils réduisent les sulfites en sulfures d'hydrogène. Le genre *Clostridium* est parmi les sulfite-réducteurs, sa présence est un témoin de pollution fécale (**Awomon, 2020**).

- ✚ ***Vibrio cholerae*** : c'est une bactérie de la famille *Vibrionaceae*, bacille à Gram négatif très fin de forme incurvé, elle est très mobile, non sporulé, catalase positive, indole positive, elle vit dans l'eau avec une grande capacité de survie dans l'environnement. Elle est responsable de choléra chez l'homme, c'est une maladie diarrhéique, épidémique et très contagieuse, cette bactérie pathogène à tropisme digestif (**Jacquinet et al., 2018**).
- ✚ **La légionelle** : c'est une bactérie de la famille *Légionellaceae*, bacille à Gram négative, intracellulaire facultatif, à tropisme hydrique, elle se trouve largement dans l'environnement, elle provoque la légionellose est une infection respiratoire grave due à l'inhalation d'un aérosol d'eau contaminés tel que *Legionella pneumophila* (**Festy et al., 2003**).

I.4.2. Les parasites

Il existe plusieurs de parasites qui infectent les humains par l'eau de baignade comme les amibes, *Giardia intestinalis*, *Cryptosporidium*, *Trichomonas*, *Trypanosoma*, *Schistosoma*, et l'*Ascaris*.

Les parasites les plus recherchés dans les eaux de piscine (baignade) sont les amibes (*Naegleria fowleri*), *Cryptosporidium* et *Giardia intestinalis*.

- ✚ **Les amibes** : ce sont des microorganismes unicellulaires qui se déplacent en se déformant et en émettant des extensions membranaires (pseudopodes). Il existe différentes espèces d'amibes dont certaines sont parasites de l'homme (*Naegleria fowleri*, *Entamoeba histolytica*) alors que d'autres dites libres (n'ont pas besoin d'hôte pour vivre) comme *Acanthamoeba* (*Arcella*) (**Delafont et al., 2017**).
- ✚ ***Cryptosporidium*** : c'est un parasite unicellulaire, zoonose intestinale, cosmopolite, les oocystes de forme ovoïde (4 à 6 µm) il est connue par la provocation d'une diarrhée sévère (surtout chez les enfants), responsable de nombreuses épidémies d'origine hydrique, il est considéré comme pathogène (*Cryptosporidium parvum*), la transmission par ingestion d'eau contaminé et baignade dans les eaux de piscine, il est très résistant au chlore (**Dumont et al., 2021**).

- ✚ ***Giardia lamblia (intestinalis)*** : c'est un protozoaire flagellé, zoonose intestinale, connue par la provocation d'une diarrhée , responsable de nombreuses épidémies d'origine hydrique, prévalence élevée chez les enfants, transmission péril fécal (l'eau de piscine) , il existe 2 formes (végétatif et kystique) (**Belkessa, 2021**).

I.4.3. Les virus

Les virus sont des particules infectieuses, très petit, possèdent un seul type d'acide nucléique ADN ou ARN, parasite des cellules vivantes (ils ont besoin d'un hôte pour se multiplier). Les virus entériques responsables des maladies d'origine hydrique tel que Norovirus, le virus de l'hépatite A et E, les Rotavirus et les Enterovirus peuvent contaminer les eaux de piscines (**Guyader et al., 2014**).

I.4.4. Les moisissures

Les champignons responsables des pathologies liés aux eaux de baignade sont les dermatophytes responsables des mycoses (Eczéma) et des moisissures qui provoquent des infections des orteils (**Festy et al., 2003**).

Les infections apparaissent suite à la fréquentation des piscines sont principalement liées à la présence de :

- ✚ ***Epidermatophyton floccosum et Trichophyton***

Ce sont des champignons filamenteux responsables des infections de la peau, le cuir chevelu et des ongles et des orteils (pied d'athlète) (**Festy et al., 2003**).

Il existe des levures responsables de candidoses (provoquent des infections superficielles touchant les muqueuses et la peau) (**Essalih, 2022**)

I.4.5. Les algues

Les algues microscopiques, les microalgues ou les microphytes sont souvent unicellulaires. L'une des causes de l'apparition des algues est le déséquilibre acido-basique de l'eau, généralement un pH supérieur à 7,6 favorise la prolifération des algues (**Festy et al., 2003**).

Partie bibliographique

Tableau III : Les principales infections humaines transmissibles par l'eau.

	Agent responsable	Origine la plus fréquente
Sphère digestive <ul style="list-style-type: none"> • Fièvres typhoïdes 	<i>Salmonella typhimurium</i> (Para A – B)	Coquillages , Eau de boisson
<ul style="list-style-type: none"> • Gastro-entérites 	<i>E.coli</i> <i>Salmonella</i> sp. <i>Shigella</i> sp. <i>Yersinia</i> <i>Campylobacter</i> <i>Giardia</i> Rotavirus	Eau de boisson, Aliments crus, Baignades
<ul style="list-style-type: none"> • Choléra • Hépatites A et E 	<i>Vibrio cholerae</i> Virus	Eau de boisson, Aliments souillés, Coquillages
Sphère respiratoire ORL <ul style="list-style-type: none"> • Légionellose • Mycoses pulmonaires 	<i>Legionella</i> sp. <i>Aspergillus</i> sp. Actinomycètes	Eau aérosolisées, compostage
<ul style="list-style-type: none"> • Affection ORL 	Adénovirus Réovirus	Piscines, baignades
<ul style="list-style-type: none"> • Meningo-encephalites amibiennes 		Baignades (eau douce)
Sphère cutanéomuqueuse <ul style="list-style-type: none"> • Dermatomyose 	Dermatophytes	Piscines
<ul style="list-style-type: none"> • Candidoses 	<i>Candida albicans</i>	Baignades
<ul style="list-style-type: none"> • Leptospirose 	Leptospires	Baignades (eau douce)
<ul style="list-style-type: none"> • Suppurations bactériennes 	Streptocoque hémolytique groupe A <i>Staphylococcus</i> <i>Pseudomonas</i>	Piscines, baignades
<ul style="list-style-type: none"> • Dermatitis 	Furcocercaires	Baignades (eau douce)

(Festy et al., 2003)

I.5. Le recyclage de l'eau des piscines

Le recyclage de l'eau est le nettoyage des résidus des produits chimiques c'est un élément stratégique de tout bassin versant qui respecte les normes établies de qualité de l'eau, il vise à atteindre les objectifs suivants :

- Permettre le traitement de l'eau
- Aide à éviter les zones mortes qui peuvent causer des dépôts
- Permettre un traitement aussi rapide que possible
- Répartir uniformément l'eau traitée (**Catastini et al., 2015**).

I.6. Traitement de l'eau de piscine

I.6.1. La filtration

La filtration est un traitement mécanique qui permet de nettoyer l'eau de piscine et permet d'éliminer les particules polluantes et rendre l'eau plus pure associée à une coagulation par sulfate d'aluminium (**Tsamba, 2018**).

L'utilisation périodique de coagulants chimiques comme sulfate d'aluminium est nécessaire, ce qui peut créer des substances solubles ou colloïdales pouvant être filtrées ou dilater des solides trop fins pour rester dans le filtre (**Naji, 2017**).

Il y a plusieurs types de filtre comme des filtres à sable peuvent être utilisés (le plus courant, du haut vers le bas à travers une grande quantité de sable avec la granulométrie appropriée), des filtres à terre de diatomées (flux composite, leur efficacité de filtration est basée sur l'utilisation de poudre de terre de diatomées séchée et calcinée) ou des filtres à cartouche (principalement utilisés dans les petites unités car ils peuvent s'encrasser rapidement) (**Anses, 2020**).

I.6.2. La désinfection

La désinfection de l'eau est un moyen de traitement permettant de détruire les germes pathogènes présents dans l'eau de piscine en raison de la contamination que peut transmettre les baigneurs, la présence des germes corporels et des infections fécales qui sont toujours possibles malgré les précautions prises dès son admission (vérification de maladies à l'admission, douche obligatoire) (**Fantaine, 2019**).

Partie bibliographique

Il est essentiel de procéder à la désinfection de l'eau, de façon continue, par le dosage d'un désinfectant après la filtration et le maintien d'une concentration suffisante de désinfectant résiduel dans l'eau de piscine pour éliminer les microorganismes pathogènes. De plus, le désinfectant a la propriété d'améliorer la qualité de l'eau, notamment sa couleur et sa turbidité (Garro, 2015) (Tableau IV).

Tableau IV: Les désinfectants des piscines.

Procédés de désinfection utilisés le plus fréquemment dans les grandes piscines	Procédés de désinfection le moins utilisé dans les piscines	Procédés de désinfection le plus utilisé principalement pour les petites piscines
Chlore _ Gaz (Cl ₂) _ Hypochlorite de calcium/sodium _ Dichloroisocyanurate de Sodium _ Génération électrolytique Combinaison ozone/chlore Combinaison dioxyde de chlore/chlore	Brome _ Brome liquide _Bromochlorodiméthylhydantion (BCDMH) _ Bromure de sodium + hypochlorite	Chlorure de brome UV UV-Ozone Iode Peroxyde d'hydrogène Cuivre / argent Biguanide (C ₂ H ₇ N ₅)

(OMS, 2006)

Le chlore

La désinfection des eaux de piscine se fait généralement par le chlore, et ses dérivés (eau de javel, hypochlorites), il se trouve dans l'eau sous plusieurs formes chimiques, au pouvoir désinfectant plus ou moins important et dont les proportions des différents dérivés dépendent des facteurs physico-chimiques du milieu. C'est un oxydant très puissant, il forme du chlore combiné dont le pouvoir désinfectant est faible (**Carbonnelle, 2003**).

Le chlore réagit avec différents contaminants apportés par les baigneurs conduisant à la formation de chloramines (**Tableau V**) (**Chéhab, 2019**).

Le chlore combiné, appelé aussi chloramines est très irritant et mal odorant (odeur de chlore ressentie par les baigneurs au bord du bassin) (**ARS, 2014**). En tant qu'oxydant, il capte les électrons à partir du matériel ou des enzymes cellulaires bactériens, entraînant la mort de l'organisme, quel que soit la forme sous laquelle il est introduit, une fois dans l'eau, le chlore entraîne la formation d'acide hypochloreux (HOCl) (**OMS, 2000**).

L'acide hypochloreux (HOCl) se décompose dans l'eau et avec formation d'ions hypochlorite (OCl⁻). L'acide hypochloreux (HOCl) est beaucoup plus désinfectant que l'ion hypochlorite (**OMS, 2000**).

Pour atteindre une désinfection optimale de l'eau avec le chlore, il est donc impératif de contrôler de manière stricte le pH (**OMS, 2000**).

Partie bibliographique

Tableau V : Les réactions d'équilibre entre les principaux dérivés du chlore présents dans l'eau des piscines.

Acide hypochloreux	↔	Hypochlorites	↔	Chloramines
Chlore actif		Chlore potentiel		Chlore combiné
Chlore libre				
Chlore total				

(Le Cahier de note documentaires N°156, troisième trimestre 1994)

Partie expérimentale

Partie expérimentale

Cette étude a été réalisée au niveau du laboratoire d'hygiène de la wilaya de Blida et de Tipaza pendant 3 mois (du 1 février au 19 mai 2022), 65 échantillons ont été prélevés à partir des piscines étatiques et privées.

L'objectif de notre travail consiste à l'analyse microbiologique des eaux de piscines des différentes régions dans la wilaya de Blida et de Tipaza, dans le but de rechercher un certain nombre de germes présentant un danger pour la santé humaine dont leur présence indique une contamination, et aussi pour la surveillance contre les maladies à transmission hydrique.

II.1. Matériel

II. 1.1. Matériel biologique

Les 65 échantillons des eaux de piscine de la wilaya de Blida et de Tipaza ont été prélevés de différentes piscines semi olympique et des piscines de loisirs dont 23 prélèvement des piscines étatique et 42 des piscines privées. Ces derniers échantillons ont été prélevés après la natation de différentes catégories de personnes : adultes (Femmes/Hommes) et enfants. Les prélèvements ont été effectués au cours de la semaine dans des horaires différents.

II. 1.2. Matériel non biologique

Le matériel non biologique représenté par la verrerie, les milieux de culture, les réactifs, les colorants et appareillage sont représentés au niveau de **l'annexe 1 et 2**.

II.2. Méthodes

II. 2. 1. Echantillonnage

❖ Prélèvement des échantillons

Avant d'effectuer les prélèvements des eaux de piscines, certaines recommandations sont nécessaires pour éviter une contamination externe issue par le matériel ou le manipulateur. Les prélèvements sont effectués en respectant les étapes suivantes :

Partie expérimentale

D'abord, on désinfecte les mains. Ensuite, on plonge les flacons en verre stérile (avant l'usage les flacons et les bouchons emballés, sont alors enveloppés de papier filtre et stérilisé soit à l'autoclave (120°C) durant 15 minutes, ou au four pasteur (170°C) durant 1 heure) environ 30 cm sous la surface de l'eau puis les redresser jusqu'au ce que le volume d'eau recueilli soit suffisant tout en gardant un volume d'air dans les flacons (goulot) pour permettre une agitation correcte avant l'analyse.

Enfin, les flacons en verre destinés à l'analyse microbiologique ont été conservés dans une glacière. Pour éviter toute modification que peut subir l'eau dans le flacon, les analyses doivent s'effectuer avant 24 heures après le prélèvement (**Khaldi, 2016**).

❖ Etiquetage des prélèvements

Les prélèvements doivent être étiquetés et accompagnés d'une fiche de renseignement qui doit contenir les éléments suivants :

- L'identité du préleveur.
- La date, l'heure du prélèvement.
- La température de l'eau.
- La méthode de prélèvement.
- Le lieu exact de prélèvement.
- Le motif de la demande d'analyse (épidémie, routine pollution).

❖ Transport de l'échantillon

Le prélèvement ainsi réalisé doit être acheminé au laboratoire dans les plus brefs délais. Durant le transport, les échantillons sont conservés dans une glacière avec bloc réfrigérants dans une température variant de 4 à 6°C.

Les blocs réfrigérants ne doivent pas être en contact direct avec l'échantillon, car cela peut entraîner sa congélation. La formation de glace peut entraîner la mort de la majorité des cellules.

❖ Conservation de l'échantillon

Lorsque les échantillons d'eau de piscines destinées à l'analyse arrivent au laboratoire, ils sont immédiatement conservés au réfrigérateur à $5^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$. Après l'analyse, les échantillons sont conservés au réfrigérateur à $5^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ jusqu'à remise des résultats d'analyse.

II. 2. 2. Recherche et dénombrement des microorganismes dans les échantillons des eaux de piscines

Avant chaque manipulation nous avons mesuré le taux de chlore dans les échantillons de l'eau de piscine à analysés (mettre Diéthyl-p-phénylènediamine 1 dans l'eau d'échantillon et mesurer par un analyseur de chlore).

Le pH est également mesuré pour chaque échantillon analysé en utilisant un pH-mètre et la température est évaluée par un thermomètre.

II. 2. 2. 1. Recherche des germes totaux

La recherche des germes totaux est réalisée par un ensemencement en masse, elle consiste à déposer à l'aide d'une pipette pasteur 1 ml de l'échantillon d'eau de piscine à ensemercer dans une boîte de pétri. Puis on ajoute 15 ml de gélose Plate-Count Agar (PCA) refroidie à 45°C en faisant des mouvements de rotation. On laisse solidifier sur paillasse puis on rajoute 5 ml de PCA (rôle protecteur). Les boîtes sont incubées à une température de 30°C pendant 24 à 48h.

Après l'incubation, les colonies apparaissent sous forme lenticulaires, ronds de couleur blanches poussant en masse.

II. 2.2.2. Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) (Figure 2)

La recherche des ASR est réalisée par prendre environ 25 ml d'eau à analyser dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes.

Après le chauffage, refroidir immédiatement le tube sous l'eau de robinet (choc thermique). Puis répartir le contenu de ce tube, dans 4 tubes stériles à raison de 5 ml par tube.

Ensuite, on ajoute 20 ml de gélose Viande Fois (VF), fondue puis refroidie à 45°C additionnée d'une ampoule d'Alun de Fer et d'une ampoule de Sulfite de sodium et on mélange doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.

Enfin, on laisse le milieu solidifier sur paille pendant 30 minutes, puis on incube à 37°C pendant 18 à 24 heures.

La lecture des résultats doit se faire à 16h, 24h puis 48h. On considère comme résultat positif de la présence de spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices toute colonie noire entourée d'un halo noir.

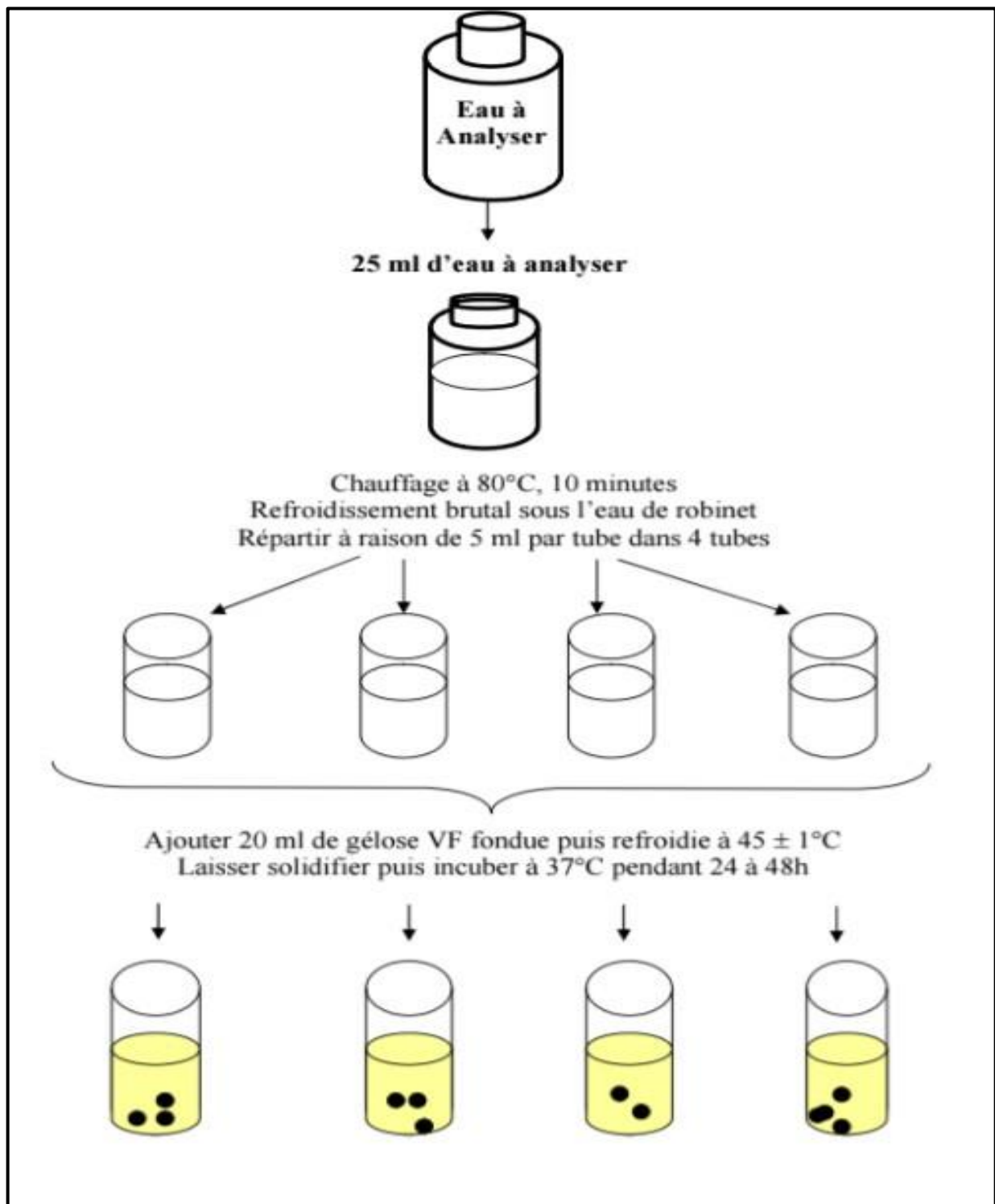


Figure 2 : Méthode utilisée pour la recherche et le dénombrement des ASR.

II. 2.2.3. Analyse bactériologique par la méthode de filtration

a) Recherche des coliformes fécaux (Figure 3)

La recherche des coliformes fécaux dans les échantillons des eaux de piscines est effectuée par remplir le flacon aseptique par un entonnoir avec un volume de 100 ml d'eau de piscine à analyser et actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane (0,45µm de diamètre).

Ensuite, on retire l'entonnoir puis on transfère immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince à bouts arrondie stérile sur la surface de la gélose lactosée au TTC et au Tergitol 7 préalablement préparée.

Les boîtes sont incubées à 44°C pendant 24h voire heures et serviront à la recherche des bactéries coliformes, suivie de l'identification biochimique des *Escherichia coli*.

Après la période d'incubation spécifiée, on dénombre les colonies caractéristiques qui se présentent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou en jaune (lactose positives) pour identifier les coliformes fécaux.

Par la suite il est nécessaire de prendre une colonie caractéristique jaune orangé pour le repiquage en urée indole à 37°C pendant 24h. Après cette dernière incubation, on ajoute quelques gouttes de réactif de Kovacs et la présence d'un anneau rouge signale la présence d'*E. coli* dans le milieu.

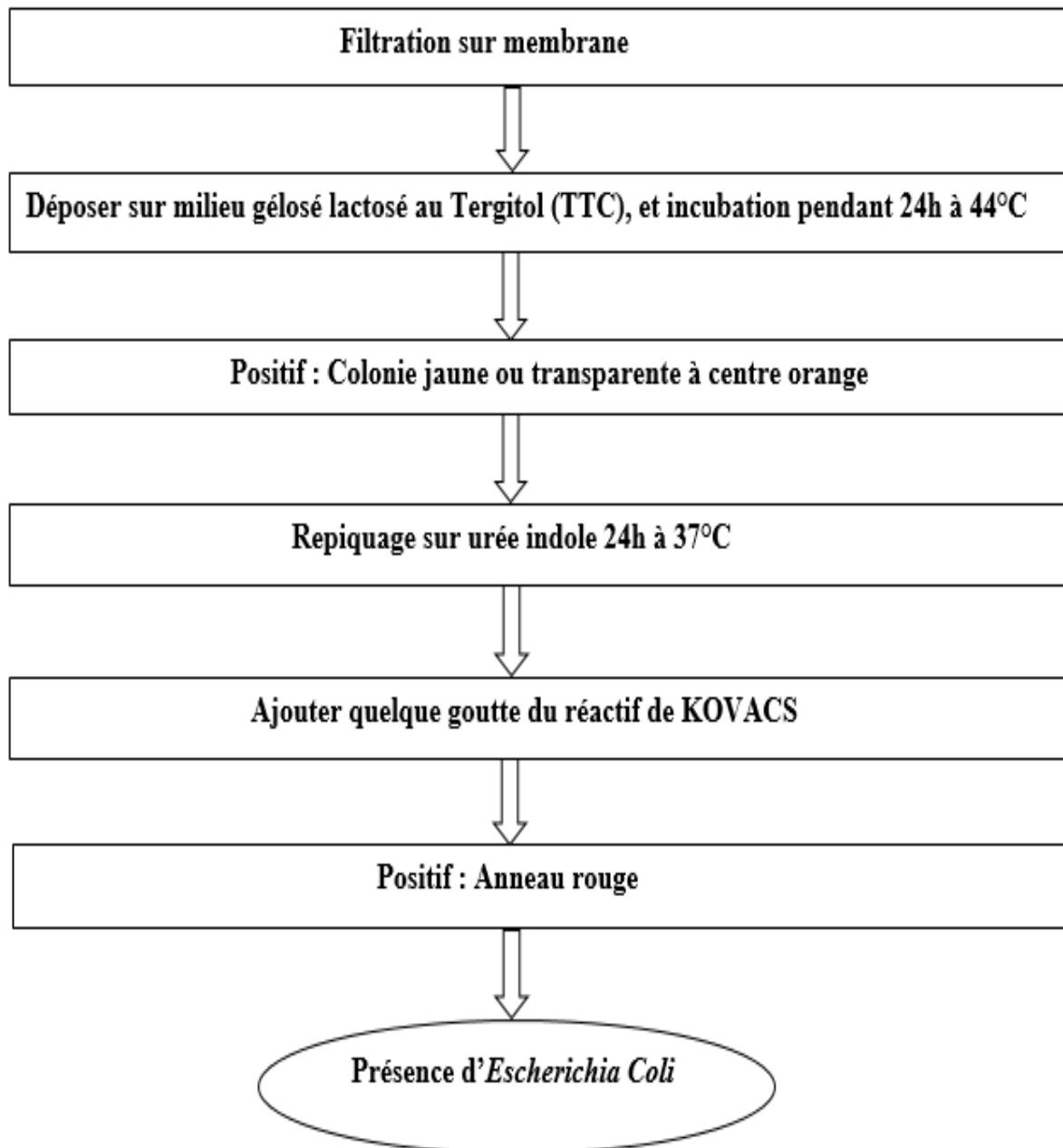


Figure 3 : Technique utilisée pour la recherche des coliformes fécaux.

Partie expérimentale

b) Recherche des streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont recherchés par une filtration d'un volume de 100 ml d'eau de piscine sur une membrane filtrante (0,45 μm). Ensuite, on transfère immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince à bouts arrondis stérile, sur le milieu de Slanetz et Barley préalablement préparée. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 48 h.

Après la période d'incubation spécifiée, les colonies apparaissent lisses, légèrement bombées, à contour régulier, et pigments rouge, rose ou marron à tête d'épingle.

❖ Test de confirmation

Ce test consiste à transférer aseptiquement la membrane du milieu de slanetz et Barley sur une plaque de gélose Bile Esculine Azoture (BEA) préchauffée préalablement à 44°C. Cette dernière sera incubée à son tour à 44°C pendant 2h .

Après cette incubation , l'obtention des colonies de coloration noire, traduisant l'hydrolyse de l'esculine présente dans le milieu de culture confirme la présence des streptocoques du groupe D.

c) Recherche des salmonelles

La recherche des salmonelles dans l'eau de piscine à analyser se déroule en cinq jours successifs comme suit :

❖ 1^{er} jour : (pré-enrichissement)

A partir de l'échantillon d'eau de piscine on réalise les étapes suivantes :

- Filtration d'un volume de 5L d'eau sur une membrane filtrante.

- On retire le filtre à l'aide d'une pince stérile et on le met dans l'eau peptonée tamponnée et incubé à 37°C pendant 18 à 24 h.

❖ 2^{ème} jour : (1^{er} enrichissement)

- Prendre 1 ml d'eau peptonée tamponnée et l'introduire dans un bouillon sélénite-cystéine double concentration (SFB I).

- Incuber à 37°C pendant 18 à 24 h.

Partie expérimentale

❖ 3^{ème} jour :(2^{ème} enrichissement et isolement)

- Après l'incubation du 1^{er} enrichissement effectuée sur le milieu de Sélénite-Cystéine D/C (SFB I), le virage du flacon SFB D/C du jaune au rouge implique de fortes présomptions de la présence de salmonelle dans l'échantillon.

Ce flacon fera l'objet :

- D'une part, d'un 2^{ème} enrichissement sur milieu Sélénite en tube (SFB II) à raison de 0,1ml.
- D'autre part, d'un isolement sur gélose Hektoen. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 h.

❖ 4^{ème} jour

Dans ce jour, on procède à :

- Un deuxième isolement sur Hektoen à partir du deuxième enrichissement s'il est positif.
- Incuber à 37°C pendant 24 heures.

❖ 5^{ème} jour :(lecture des résultats)

La lecture des résultats et l'identification des colonies sur le milieu Hektoen s'effectue en tenant compte que les salmonelles se présentent le plus souvent sous forme de colonies de couleur vert avec un centre noir. Ces derniers vont subir une identification biochimique par la galerie API 20E.

d) La recherche des staphylocoques (Figure 4)

Cette méthode de référence, consiste à la recherche et le dénombrement des staphylocoques à coagulase par filtration sur membrane, elle consiste à stériliser l'entonnoir en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen puis les refroidir tout de suite avec l'eau à analyser ou bien avec l'eau distillée stérile.

Ensuite, mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité de 0,45µm entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile et fixer ce dispositif avec la pince correspondante puis déposer aseptiquement 100 ml d'eau de piscine à analyser, devant un bec bunsen.

Par la suite actionner la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane et retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince

Partie expérimentale

à bouts arrondis stérile à la surface d'une plaque de gélose Chapman au mannitol préalablement préparée. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 h.

Les staphylocoques apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en jaune (fermentation du mannitol).

❖ Test de confirmation (catalase)

La confirmation de la présence des staphylocoques consiste à mettre en contact une colonie suspecte avec une goutte de peroxyde d'hydrogène (H₂O₂), l'apparition de bulles d'air révèle la présence de catalase.

❖ Test de coagulase

Ce test est réalisé pour la mise en évidence l'espèce *Staphylococcus aureus*, pour cela, les étapes ci-après sont suivies :

- Déposer des colonies suspectes dans un tube contenant du Bouillon Infusion Cœur Cerveau (BHIB), incubé à 37°C pendant 24h.
- Après incubation du BHIB, ajouter stérilement 0,1 ml de cette suspension à 0,3 ml de plasma humain contenu dans un tube stérile à hémolyse. Incuber de nouveau à 37°C pendant 2 à 6 h.
- Examiner la coagulation du plasma humain sinon ré-incuber et examiner de nouveau à 24 h.

On considère que la réaction à la coagulase est positive quand le coagulum occupe plus des trois quarts du volume initialement occupé par le liquide (présence de *S. aureus*).

On considère que la réaction à la coagulase est négative quand il n'y a pas de coagulation (autres espèces de staphylocoques).

Un autre moyen de confirmation de la présence de *S. aureus* par l'isolement des colonies d'une part une colonie jaune claire, et d'autre part une colonie jaune foncée dans le milieu Chromagar Orientation Medium, après incubation à 37°C pendant 24h l'apparition des petites colonies jaune doré et opaque (**voir annexe 4**).

En cas de nécessité, une identification biochimique sur galerie API 20E permettra l'identification de l'espèce.

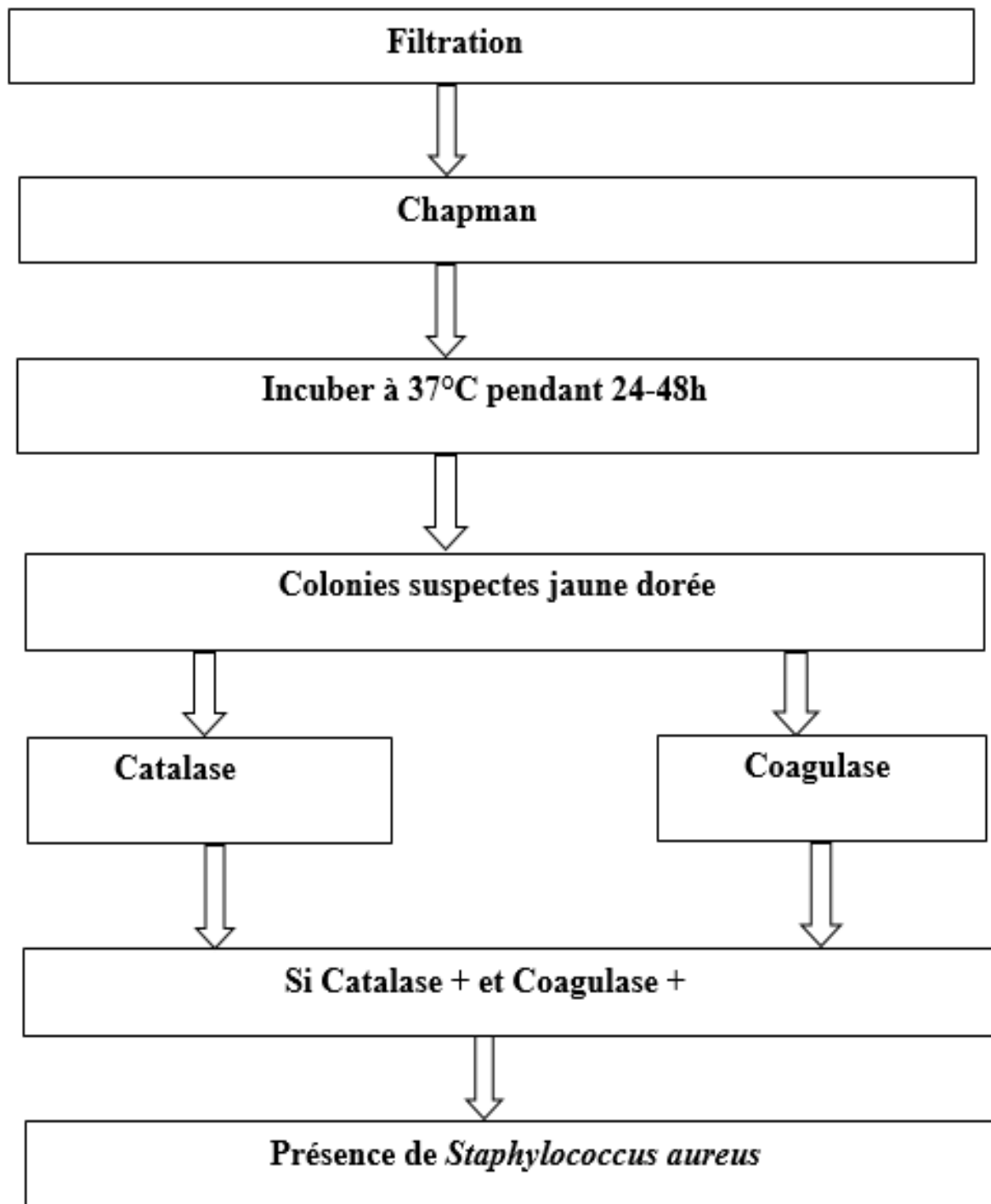


Figure 4 : Méthode utilisée pour la recherche de *Staphylococcus aureus*.

e) Recherche de *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa est recherchés par une filtration d'un volume de 100 ml d'eau de piscine sur une membrane filtrante (0,45 μm). Ensuite, on transfère immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince à bouts arrondis stérile, à la surface d'une plaque de gélose au cétrimide préalablement préparée. Enfin, et on incube à 37°C pendant 24h. Après la période d'incubation spécifiée les colonies de *P.aeruginosa* pigmentées en bleu vert indiquent que l'espèce est productrice de pyocyanine.

Les colonies nécessitent également une confirmation biochimique basée d'abord sur le test à l'oxydase :

❖ Test d'oxydase

Ce test est effectué en imbibant un disque d'oxydase avec une goutte d'eau distillée stérile, puis, on dépose une colonie caractéristique à l'aide d'une anse de platine, on frotte doucement la colonie sur le disque et l'observation d'une coloration bleu foncé à violet dans un délai de 30 secondes révèle un résultat positif.

Les colonies oxydase positives seront ensuite repiquées sur le milieu King B, après incubation à 37°C pendant 24h l'apparition des colonies de *P. aeruginosa* présentant une fluorescence jaune-vert détectable sous ultra-violets à 360 nm, sont considérées comme positives pour le contrôle des eaux.

f) Identification biochimique : La galerie API 20E

La galerie API 20E est un système pour l'identification des *Enterobacteriaceae* et autre bacilles Gram (-), utilisant 20 tests biochimiques standardisés et miniaturisés, ainsi qu'une base de données.

La galerie API 20E comporte 20 micro-tubes contenant des substrats sous forme déshydratée. Les tests sont inoculés avec une suspension bactérienne. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs, la lecture de ces réactions se fait selon le profil numérique à l'aide du catalogue analytique API 20E (**Bio Mérieux**) (**Annexe 3**).

II. 2. 3. Recherche des parasites dans les eaux de piscines à analysés

L'eau de piscine à analyser est filtrée selon la méthode de filtration décrite précédemment (taille du filtre 0,45µm de diamètre). Les filtres récupérés feront l'objet des étapes suivantes :

- Récupérer les filtres et les déposer dans une boîte de Pétri.
- Laver les filtres avec de l'eau physiologique dans un bécher.
- Verser le contenu du bêcheur dans un tube à centrifugation.
- Centrifuger à 2500 tours/minute pendant 5 minutes puis récupérer le culot.

II. 2. 3. 1. Examen à l'état frais

L'examen parasitologique à l'état frais consiste à rechercher directement sous microscope optique, la présence des parasites à partir du culot récupéré de la filtration.

II. 2.3.2. Coloration par le lugol

Il s'effectue par prélever une goutte de l'échantillon à analyser avec l'ajoute de 2 à 3 gouttes du lugol et la déposer sur une lame propre, poser la lamelle. Ensuite, faire l'observation microscopique au Grossissement 400 et puis au 1000 (ajout d'une goutte d'huile à émersion) avec un diaphragme quasiment fermé pour augmenter le contraste.

II. 2.3.3. Technique de coloration de Ziehl-Neelsen modifiée par Henriksen et Pohlenz

C'est une technique spécifique pour la coloration des oocystes de *Cryptosporidium* sp.

Le frottis réalisé et séché à l'air libre est fixé par l'éthanol pendant 5 minutes. On le laisse sécher de nouveau puis on colore la lame dans un bain de fuchsine phéniquée pendant 1h. Après rinçage on fait une différenciation avec l'acide sulfurique à 2 % pendant 20 secondes. Ensuite on colore avec bleu de méthylène pendant 5 minutes après rinçage.

La lecture du frottis coloré se fait au microscope optique au Grossissement $\times 1000$ (avec l'huile à émersion). La lecture doit se faire sur toute la surface de la lame.

II. 2. 4. Recherche des mycètes dans les eaux de piscines à analysés

La méthode d'analyse consiste à couler trois boites du milieu Sabouraud pour chaque prélèvement à analyser :

- La 1^{ère} boite est considérée comme un témoin (milieu Sabouraud seulement).
- La 2^{ème} boite : milieu Sabouraud +l'addition de chloramphénicol qui inhibe la croissance des bactéries Gram positif et négatif.
- La 3^{ème} boite : milieu Sabouraud+ chloramphénicol+ l'ajoute de quatre gouttes de l'échantillon à analyser, étaler l'inoculum en surface à l'aide d'un étaloire en verre stérile.
- Incuber à 20-25°C de 5 à 7 jours. Après cette incubation les levures développent des colonies crémeuses à blanches et les moisissures se développent sous forme de colonies filamenteuse de différentes couleurs puis faire l'observation des colonies sur microscope.

❖ Une autre méthode d'analyse pour la recherche des mycètes, en particulier « *Candida albicans* »

Un autre moyen de confirmation de la présence de *C. albicans* est l'isolement dans le milieu Chromagar Orientation Medium. L'incubation à 37°C pendant 24 heures. L'apparition des colonies crème et petites. On confirme par l'observation microscopique.

❖ Test de Blastèse ou test de filamentation (confirmation de *C. albicans*)

Ce test permet la production de tubes germinatifs caractéristiques de *C. albicans* (98% des souches). Il consiste à déposer dans le sérum (1 ml) des colonies suspectes et incuber 3 à 4 h à 37°C. L'observation des tubes germinatifs se fait au microscope entre lame et lamelle.

- Filamentation positive : *C. albicans*.
- Filamentation négative : autre espèce de *Candida* ou de levure.

Résultats et discussion

Résultats et discussion

III. 1. Pourcentage des résultats d'analyse des eaux de piscines prélevées au niveau de wilaya de Blida et de Tipaza

Durant la période d'étude, les 65 échantillons des eaux de piscine prélevés de différentes piscines de wilaya de Blida et de Tipaza dont 23 prélèvements présentent des résultats positifs dont les quels on a trouvé une charge bactérienne importante et différents parasites et champignons et 42 prélèvements se sont révélés négatifs (**Figure 5**).

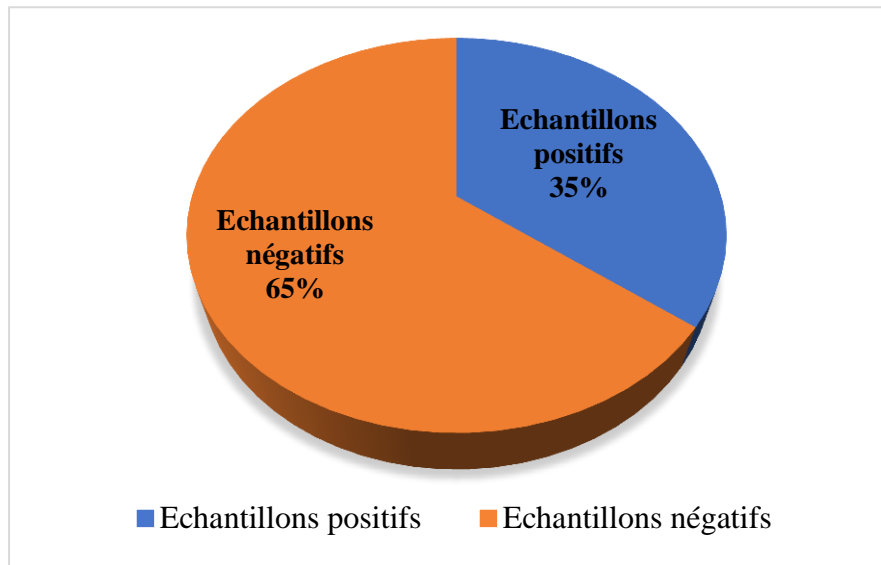


Figure 5: Pourcentage des résultats d'analyse des eaux de piscines prélevées au niveau de wilaya de Blida et de Tipaza.

III. 2. Résultats de valeur du chlore résiduelle (mg/l) et du pH dans les eaux de piscines analysées

La mesure du taux de chlore libre dans les échantillons des eaux de piscine est réalisée par un analyseur de chlore et par l'aide de comprimé diethyl -p- phénylènediamine (DPD N°1).

Le chlore libre (mg/l) des 65 échantillons à analyser, est compris entre {0 –jusqu'au-delà 1 mg/l} (**Figure 6**).



Figure 6 : Résultats du chlore libre =1,0 mg/l mesuré par un analyseur du chlore.

Résultats et discussion

Les résultats de la valeur du chlore résiduelle dans les 65 échantillons d'eau piscine analysés sont représentés dans le **tableau VI** et la **figure 7**.

Tableau VI : Valeur du chlore résiduelle (mg/l) dans les eaux de piscines analysées.

Valeur du chlore résiduelle (mg/l)	Échantillons d'eaux de piscines analysées
0	15
0-0,5	8
0,5-1	1
>1,0	41
Total	65

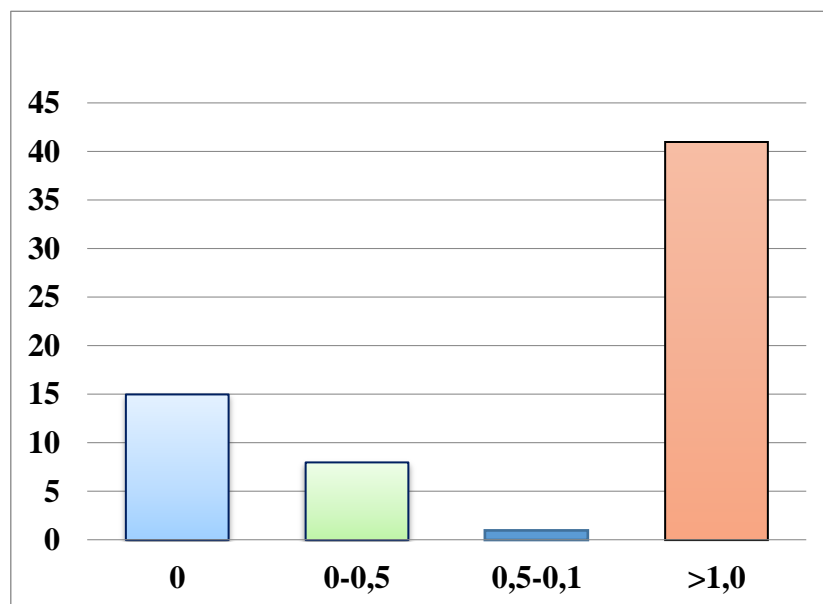


Figure 7: Valeur du chlore résiduelle (mg/l) dans les eaux de piscines analysées.

Les eaux de piscines analysées présentent un pH neutre (6,8 à 7,2) et une température variant entre 29 et 30°C.

III. 3. Résultats de la recherche et dénombrement des microorganismes dans les échantillons des eaux de piscines

III. 3. 1. Résultats de la recherche des germes totaux

Les résultats d'ensemencement en masse sur la gélose PCA a révélé la présence des colonies des germes totaux. Les colonies sont de forme lenticulaires ou ronds de couleur blanches qui poussent en masse (**Figure 8**).



Figure 8 : Observation macroscopique des germes totaux cultivés sur milieu PCA sont incubées à 24 - 48h à une température de 30°C.

III.4. Résultats de la recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)

Aucune colonie noire à apparue sur le milieu VF ce qui implique une absence des spores de bactéries anaérobies sulfito -réducteurs.

III. 5. Résultats d'analyse bactériologique des eaux de piscines par la méthode de filtration

III. 5. 1. Résultats de la recherche des coliformes fécaux :

Les résultats a révélé l'apparition des petites colonies lisses légèrement bombées à contour réguliers et pigmentées en jaune orange ou en jaune (lactose +) (**Figure 9**).

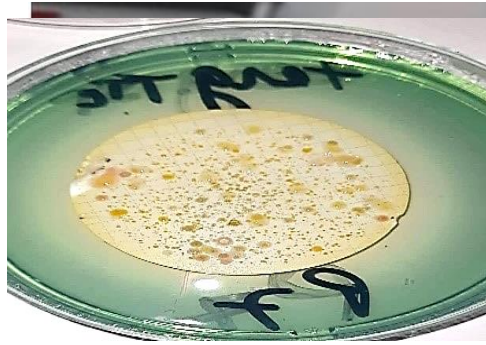


Figure 9 : Observation macroscopique des colonies de coliformes fécaux sur gélose lactosée TTC incubé à 44°C pendant 24h.

❖ Résultats d'identification d'*Escherichia coli*

L'apparition d'un anneau rouge, signale la présence d'*E. coli* dans le milieu urée indole (Figure 10).

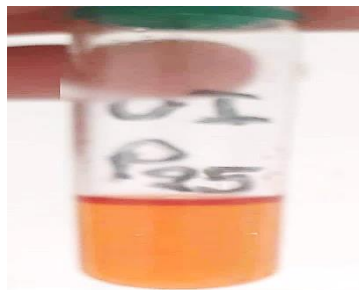


Figure 10 : Confirmation de la présence d'*E. coli* sur le milieu urée indole incubé à 37°C pendant 24h.

III. 5. 2. Résultats de la recherche des streptocoques fécaux

Les résultats a révélé l'apparition des colonies des streptocoques fécaux apparaissent lisses, légèrement bombée, à contour régulier, et pigmentées en rouge, rose ou marron, à tête d'épingle (Figure 11).

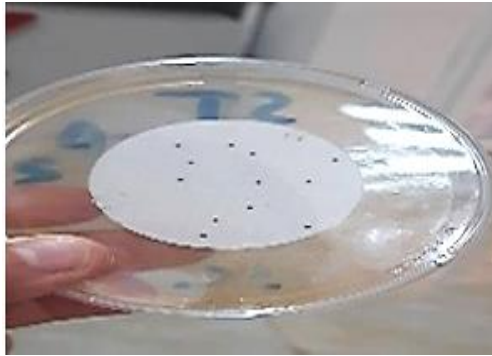


Figure 11 : Observation macroscopique des colonies de streptocoques fécaux sur le milieu Slanetz après incubation à 37°C pendant 48h.

❖ Résultats de teste de confirmation

Les résultats a révélé l'apparition des colonies de coloration noire ce qui indique la présence des streptocoques fécaux (**Figure 12**).

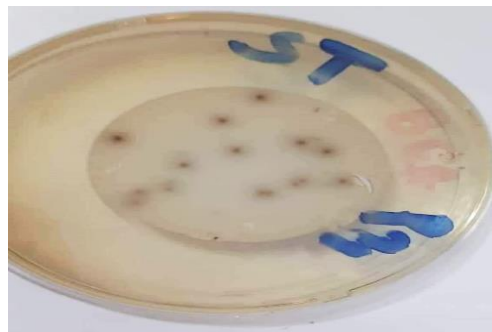


Figure 12 : Confirmation de la présence des streptocoques fécaux sur le milieu BEA après incubées à 44°C pendant 2h.

III. 5. 3. Résultats de la recherche des salmonelles

Les résultats de la recherche des salmonelles dans les eaux de piscines analysées sont synthétisés dans le **tableau VII** et les **figure 13, 14**.

Résultats et discussion

Tableau VII: Résultats de la recherche des salmonelles dans les eaux de piscines analysées.

	pré-enrichissement	1 ^{er} enrichissement	2 ^{ème} enrichissement	3 ^{ème} enrichissement
Milieu utilisé	eau peptonée tamponnée	Sélénite-cystéine D/C (SFB I)	-2 ^{ème} enrichissement sur {SFB II}. -Premier Isolement sur gélose Hektoen.	2 ^{ème} isolement sur Hektoen à partir du 2 ^{ème} enrichissement s'il est positif.
Incubation	37°C pendant 18 à 24 h	37°C pendant 18-24h	37°C pendant 24h	37°C pendant 24h
Résultats		Virage du flacon {SFB I} D/C du jaune au rouge (forte présomption de salmonelle).	-Virage du jaune au rouge. -Colonie verte bombé à centre noir.	-Colonie verte bombé à centre noir dans le milieu Hektoen.



Figure 13 : Résultats de la présomption de la présence des salmonelles sur le milieu SFB incubé à 37°C pendant 18-24h.

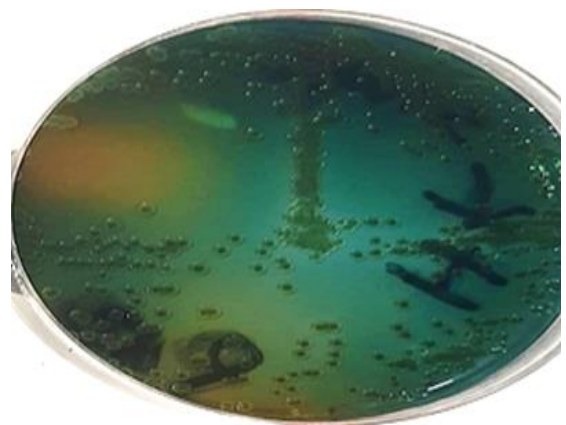


Figure 14 : Observation macroscopique des colonies de salmonelles sur le milieu Hektoen incubé à 37°C pendant 24h.

Résultats et discussion

Enfin, les résultats de l'identification biochimique par la galerie API 20E confirme la présence des salmonelles dans les échantillons d'eaux de piscines analysées (**Figure 15**).

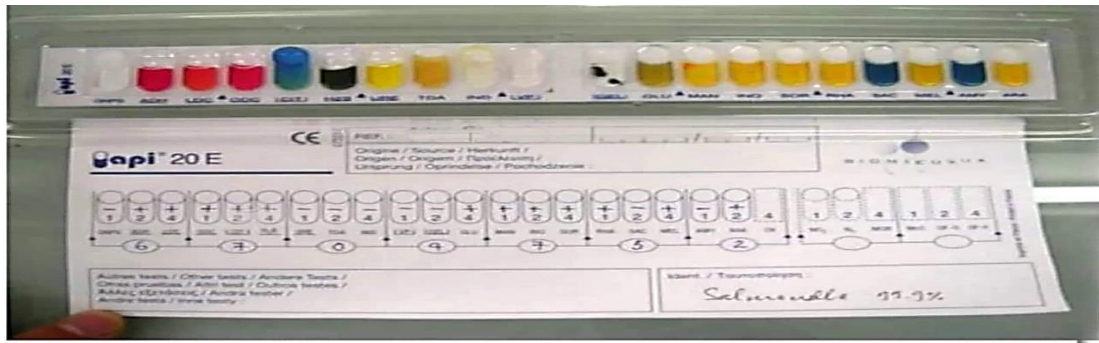


Figure 15 : Résultats de l'identification biochimique des salmonelles par la galerie API 20E.

III. 5. 4. Résultats de la recherche des staphylocoques

Le résultat révèle l'apparition de petite colonie lisse légèrement bombée à contours réguliers et pigmentée en jaune ou en blanc pour la fermentation du mannitol (**Figure 16**).



Figure 16 : Observation macroscopique des colonies de staphylocoques sur le milieu Chapman après 24h d'incubation à 37°C.

Résultats et discussion

❖ Résultats du teste catalase

L'apparition de bulles d'air en mettant les colonies en contact avec l'eau oxygénée révèle la présence de l'enzyme catalase (**Figure 17**).



Figure 17 : Résultats du test Catalase (positif).

❖ Résultats du teste coagulase

Les colonies caractéristiques trouvées sur le milieu Chapman sont repiquées dans le milieu BHIB (**Figure 18**).



Figure 18 : Résultats d'un BHIB+ colonie caractéristique de staphylocoque après 24h d'incubation à 37°C.

Les résultats du teste coagulase est positif quand le coagulum occupe plus des trois quarts de volume du tube (présence de *S. aureus*) (**Figure 19**).








Figure 19 : Résultats du test de la coagulase positif (confirmation de la présence de *S. aureus*).

Résultats et discussion

On a également utilisé un autre moyen pour la confirmation de la présence de staphylocoque c'est par l'isolement dans le milieu Chromagar orientation medium, les résultats sont illustrés dans le tableau suivant (**Tableau VIII**)

Tableau VIII : Résultats de l'identification des staphylocoques sur le milieu Chromagar après 24h d'incubation à 37°C.

Les Bactéries	<i>Enterococcus, S.epidermidis, S.saprophyticus</i>	<i>Enterococcus</i>	<i>Enterococcus, S.saprophyticus</i>	<i>Streptocoques B</i>	<i>S.epidermidis</i>
Observation Macroscopique Sur milieu Chromagar					

III. 5. 5. Résultats de la recherche de *Pseudomonas aeruginosa*

Après incubation aucune colonie correspondante à l'espèce recherchée n'est observée.

III.6. Résultats de la recherche des parasites dans les eaux de piscine à analysés

III. 6.1. Résultat de l'examen à l'état frais

La **figure20** indique la présence des oocystes (**Annexe 7**) de *Cryptosporidium* sp. (**Ward et Cevallos, 1998**) observées sous microscope photonique (Gx400).



Figure 20 : Observation des oocystes de *Cryptosporidium* sp. sous microscope photonique (Gx400).

Résultats et discussion

III. 6. 2. Résultats de coloration par le lugol

Les résultats de coloration des eaux de piscines filtrées et centrifugées par le lugol à révéler la présence d'un œuf de nématode (**Figure 21**).

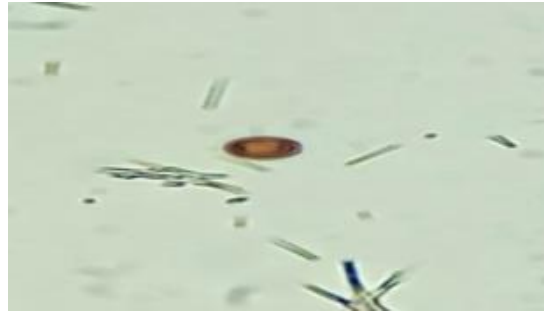


Figure 21: Observation microscopique d'un œuf de nématode (G×400).

III. 6.3. Résultats de coloration de Ziehl-Neelsen modifiée par Henriksen et Pohlenz

Les résultats de coloration de Ziehl-Neelsen des eaux de piscines a révélé la présence des oocystes de *Cryptosporidium* sp. apparaissent colorés en rose (**Figure 22**), la larve de nématode (**Figure 23**) et des cellules d'amibe (*Arcella* sp.) (**Figure 24**).

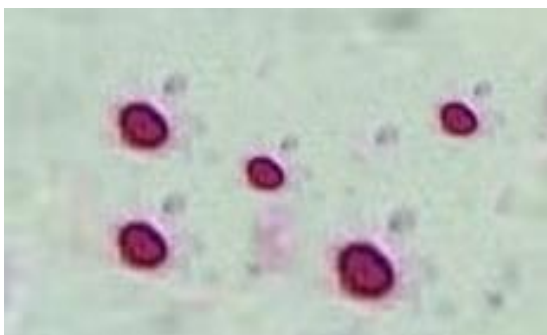


Figure 22 : Observation microscopique des oocystes de *Cryptosporidium* sp. (G×1000) après coloration de Ziehl-Neelsen.

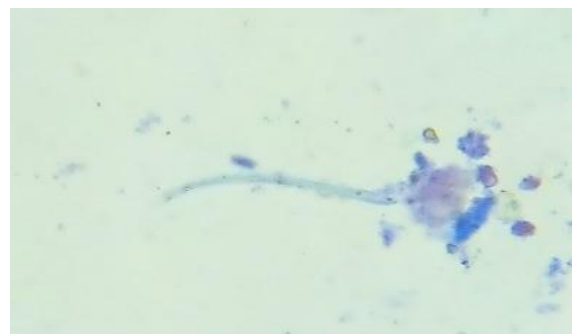


Figure 23 : Observation microscopique d'une larve de nématode (G×1000) après coloration de Ziehl-Neelsen.

Résultats et discussion

Les cellules d'amibe (*Arcella sp.*) (**Figure 24**) apparaissent sous forme discoïdale aplatie, l'amibe, vue par transparence montre une structure classique avec son noyau coloré en rose (**Delafont et al., 2017**).

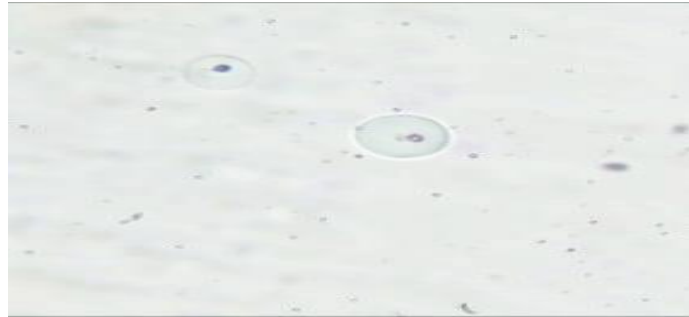


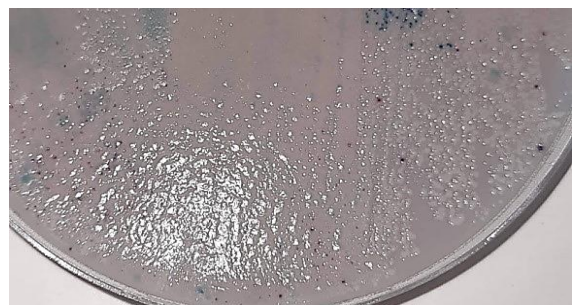
Figure 24 : Observation microscopique des cellules d'amibes (*Arcella sp.*) (G×1000) après coloration de Ziehl-Neelsen.

III. 7. Résultats de la recherche des mycètes et levures dans les eaux de piscines à analysées

Les résultats révèlent l'apparition des colonies crémeuses à blanche de la levure *C. albicans* sur milieu Sabouraud (**Figure A**) et des colonies crème et petites sur le milieu Chromagar (**Figure B**).



(A)



(B)

Figure 25 : Observation macroscopique des colonies de *C. albicans* sur les milieux :

(A) : Sabouraud + chloramphénicol incubées à 20 -25°C pendant 5 à 7 jours.

(B) : Chromagar incubées pendant 24 à 48 heures à 37°C.

La **figure 26** montre les résultats de test du blastèse pour la confirmation de *C. albicans*



Figure 26 : Observation microscopique des tubes germinatifs de *C. albicans* confirmée par test de blastèse (G×1000).

III.8.1. Répartition des espèces microbiennes et de levures trouvés dans les eaux de piscines analysées :

Dans notre étude, différents microorganismes sont isolés à partir de 23 échantillons d'eaux de piscines analysées de la wilaya de Blida et de Tipaza. Les microorganismes mis en évidence sont les bactéries, parasites et levures.

Parmi les germes bactériens trouvés, les streptocoques de groupe (B, D), *E. coli* et *Enterococcus* sont les germes les plus répons suivis par *S. aureus* et *S. saprophyticus*. Enfin, *Salmonella* sp. et *S. epidermidis* représentent les valeurs les plus faibles.

P. aeruginosa et ASR sont absents dans les échantillons d'eaux de piscines analysées dans notre travail.

L'espèce parasitaire la plus répondeuse est le *Cryptosporidium* sp. Suivi par l'amibe (*Arcella* sp.), l'œuf et larve de nématode. La levure *C. albicans* trouvée dans notre étude avec faible pourcentage.

Tableau IX: Répartition des microorganismes trouvés dans les eaux de piscines analysée selon leurs présences

Microorganismes	Présence / Absence
Les germes totaux	+ + + + +
Les ASR	-
Coliformes fécaux	+ + +
<i>E. coli</i>	+ + +
<i>Enterococcus</i>	+ +
<i>Streptocoques D,B</i>	+ + +
<i>Salmonella sp.</i>	+
<i>S. aureus</i>	+ +
<i>S. saprophyticus</i>	+ +
<i>S. epidermidis</i>	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-
<i>Cryptospridium sp.</i>	+ + + +
<i>Les amibes (Arcella sp.)</i>	+
Œuf et larve de nématode	+
<i>C. albicans</i>	+ +

III. 9. Discussion

L'analyse microbiologique des eaux de piscine étatique et privée, nous a permis de noter qu'il existe différents microorganismes.

Les différents paramètres tels que la fréquentation des baigneurs, la température influent sur le taux de chlore dans l'eau des piscines (**Guide d'exploitation des piscines, 2005**). En effet, la température approximative de 30°C a tendance à évaporer le chlore des eaux de piscines, ce qui entraîne la baisse de son action et donc la propagation des microorganismes devient facile.

Le taux du chlore libre durant toute la période d'étude était compris entre [0 - 1,0 ou supérieur de 1,0 mg/l]. Selon la concentration réglementaire du chlore libre (**SlidePlayer**) est comprise entre 0.4 à 1.4 mg/l.

Les eaux de piscines analysées présentés un pH neutre était compris entre 6,8 et 7,2 donc, il y a une certaine stabilité du pH au cours de cette étude.

La température des eaux de piscines analysées variant entre 29 et 30°C sachant que les températures d'eau allant de 26 à 30°C sont les plus confortables pour la plupart des nageurs.

Elles ne doivent pas être supérieures ou inférieures à cet intervalle, car il peut provoquer un danger pour la santé des femmes enceintes et les enfants (**OMS, 2006**).

La plupart des microorganismes à l'origine des grandes épidémies historiques d'origine hydrique. Le risque microbiologique est un risque aigue correspondant à une pollution essentiellement intermittente (**Rodier et al, 2016**). Les maladies transmissibles sont surtout des dermatites, des otites, et des gastro-entérites, et dans la majorité des cas ce sont les baigneurs eux-mêmes qui sont responsable de la présence de ces microorganismes dans l'eau des bassins (**Goita, 2014**).

Parmi les microorganismes trouvés dans les eaux de piscines analysés, des bactéries (*E. coli*, *Enterococcus*, Streptocoques B et D, *Salmonella* sp. les staphylocoques (*S. aureus*, *S. saprophyticus* et *S. epidermidis*), des parasites (*Cryptosporidium* sp. Les amibes (*Arcella* sp.), œuf et larve de nématode et des levures (*C. albicans*).

Le dénombrement des germes totaux appelés aussi germes aérobies revivifiables des échantillons de piscines étatiques reflète que ces eaux contiennent une charge de flore totale (aérobie mésophile) alors que les échantillons de piscines privées sont exemptes de ces

Résultats et discussion

germes. Ils sont considérés comme un indicateur de présence possible d'une contamination bactériologique, qui permet d'apprécier les conditions sanitaires (Vincent, 2017).

Les spores d'anaérobies sulfite-réducteurs sont extrêmes persistantes aux processus de désinfection de l'eau en particulier le chlore (Vincent, 2017). Les spores des ASR sont souvent utilisées comme témoin de la qualité des eaux et des marqueurs d'une contamination fécale alors que ces spores sont largement répandues dans l'environnement c'est pourquoi, leur utilisation en tant qu'indicateurs de contaminations fécale d'une eau n'est pas très spécifique.

La présence des coliformes fécaux par rapport aux streptocoques est un signe d'une contamination d'origine humaine (El Moustaine, 2013).

Les coliformes thermotolérants sont des microorganismes indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils sont associés à une pollution d'origine fécale humaine, ils indiquent la présence d'une contamination récente avec la possibilité de présence des microorganismes enteropathogènes.

Dans notre étude, les streptocoques de groupe (B, D), *E. coli* et *Enterococcus* sont les germes les plus répondus.

La présence des streptocoques dans les piscines peut être liée au nombre important de nageurs d'une part et au non-respect des règles d'hygiène d'autre part. La forte concentration de ces indicateurs est associée avec un risque épidémiologique élevé.

La présence d'*E. coli* avec un pourcentage élevé dans l'eau de piscines est considéré comme indicateur de pollution fécale, ce qui est indiqué dans les recommandations au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au Canada (2012).

Il y a une présence des espèces de *S. aureus* et *S. saprophyticus* ainsi que *S. epidermidis* dans l'eau de piscines analysée.

Les staphylocoques trouvés dans l'eau proviennent principalement des baigneurs, ils résistent à une température de 60°C pendant 30 minutes, ces germes ont également une résistance aux différents agents de désinfection utilisés dans l'entretien des piscines publiques (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2016).

Résultats et discussion

P. aeruginosa est connu comme responsable des infections lors de la baignade en eaux de piscine (Mena et Gerba, 2009). Dans cette étude *P. aeruginosa* est absent dans les eaux de piscines analysées.

En dehors de ces germes, un autre germe trouvé dans les eaux de piscines, il s'agit d'*Enterococcus*.

Plusieurs parasites infectant les humains par l'eau de baignade (Husson, 2016). Les résultats de l'analyse parasitologique des eaux de piscine ont permis de mettre en évidence : les oocystes de *Cryptosporidium* sp. L'œuf et la larve de nématode et les amibes (*Arcella* sp.).

Selon Dumont et al., (2021) *Cryptosporidium* sp. est considéré comme un pathogène entérique responsable de nombreuses épidémies d'origine hydrique. La présence des oocystes de l'espèce parasitaire la plus répondeuse (*Cryptosporidium* sp.) dans les eaux de piscines analysées dans notre étude pouvant provenir du milieu extérieur.

Dans les milieux extérieurs, les oocystes excrétés déjà sporulés sont directement infectants, ils bénéficient d'une grande résistance et survivent pendant plusieurs mois. À 30 °C, ils ne résistent que pendant 3 mois par conséquent l'augmentation de la température altère leur viabilité (Fayer et al., 2000).

La présence d'œuf et larve de nématode dans les échantillons d'eaux de piscines analysées. Les œufs et les larves sont résistants dans l'environnement et le risque lié à leur présence est à considérer pour la santé des baigneurs. En effet la persistance de cet organisme à différentes conditions environnementales ainsi que leur résistance à la désinfection permet leur reproduction ce qui constitue leur risque potentiel (El Arbiti, 2020).

Arcella sp. fait partie des amibes que nous avons trouvées dans les eaux de piscines analysées. C'est une amibe libre donc n'ont pas besoin d'hôte pour vivre, cela indique qu'elle est non pathogène et ne représente pas un danger sur les baigneurs (Delafont et al., 2017).

Enfin, les résultats de la recherche des levures dans les eaux de piscines analysées révèlent la présence de *C. albicans*. C'est une levure responsable de candidoses et provoque des infections superficielles touchant les muqueuses et la peau (Essalih, 2022). Elle est présente dans la flore des muqueuses donc elle n'est pas pathogène mais la prolifération anarchique de cette levure est pathologique (Essalih, 2022).

Conclusion

Conclusion

Notre travail porte sur l'analyse microbiologique des eaux de piscine de la wilaya de Blida et de Tipaza, il s'agit d'une approche analytique qualitative dont l'intérêt d'analyser différents prélèvements des eaux de piscines.

Le contrôle sanitaire des eaux de baignade, en particulier les eaux des piscines qui visent à assurer la protection sanitaire des baigneurs, et la lutte contre les maladies à transmission hydrique est la seule activité pour laquelle des normes ont été proposées, l'hygiène dans les piscines est précisément réglementée.

Une eau de piscine ne doit pas seulement être désinfectée comme l'eau de boisson, mais aussi auto-désinfectante, c'est-à-dire capable d'inactiver à tout moment les microorganismes provenant des baigneurs.

Le chlore est le désinfectant utilisée dans les différentes piscines objet de l'analyse, ce dernier se dégrade très rapidement jusqu'à disparaître totalement, donc l'eau de la piscines retrouve sans aucun produit désinfectant ,de plus les eaux de piscines sont parfois sur dosées en chlore, surtout les piscines privée qu'on a analyser, ce qui augmente le taux de chloramine ,dit aussi le chlore combinée, et qui rend l'eau particulièrement agressive qui est responsable des irritation des yeux et de la peau chez les baigneurs.

Les résultats obtenus au cours de notre stage effectuer au niveau de laboratoire, les 65 échantillons des eaux de piscine ont été prélevés de différentes piscines de wilaya de Blida et Tipaza dont 23 prélèvements sont de résultats positifs (soit 35%).La charge microbienne des eaux de piscines analysées est dénombrée par la méthode de filtration sur membrane.

Parmi les germes bactériens trouvés, les streptocoques de groupe (B, D), *E. coli* et *Enterococcus* sont les germes les plus réponsus suivi par *S. aureus* et *S. saprophyticus*. Enfin, *Salmonella* sp. et *S. epidermidis* représentent les valeurs les plus faibles.

L'espèce parasitaire la plus réponsue est le *Cryptospridium* sp. Suivi par l'amibe (*Arcella* sp.), l'œuf et larve de nématode.

Par rapport la levure *C. albicans* dans notre étude est trouvée avec faible pourcentage.

Conclusion

A l'issue de cette étude, nous concluons qu'une hygiène mal adoptée mène à une augmentation de la contamination microbiologique et surtout la possibilité de développement des germes pathogènes présentant un danger sur la santé humaine.

Ces résultats nous imposent à proposer d'établir un programme de surveillance des piscines en vue de prévenir et de lutter les maladies à transmission hydrique tout en incluant les recommandations suivants : renouveler l'eau de piscine régulièrement, désinfecter l'eau de piscine (le système de filtration, chlore) avec la prise en compte des normes de désinfection appropriées , contrôler les différents paramètres de l'eau piscine , respecter une distanciation physique minimale et des règles comportementales aux baigneurs (bonnet, douche, absence de trouble digestifs).

Enfin, aucune étude n'est complètement parfaite. Durant toute la période de notre stage pratique nous avons rencontrés des contraintes que ce soit sur le plan théorique ou pratique, en perspective, nous proposons :

- D'élargir la période de stage.
- Faciliter les procédures d'entrée en piscine pour le prélèvement des échantillons.
- Faire plus attention au contrôle microbiologique des eaux de piscines avec le respect des normes.
- Intensifier les études des chercheurs dans ce type d'analyse en raison de son importance.
- Essayer d'utiliser un agent de lutte biologique au lieu de traitement chimique.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

- **Afsset. (2009).** Risques sanitaires liés aux piscines. avis de l'Afsset .Édition scientifique eau et agents biologiques. N° 11, p 39-42.
- **Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses). (2013).** Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines Partie II: bains à remous .Édition scientifique p 3 - 4.
- **Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses). (2020).** Utilisation des procédés membranaires pour la filtration des eaux de piscines. Édition scientifique, P 3-4.
- **Amin N Ch., Agbessi Th., Gbassi KG., Dosso VO, Kpaibe SA Ph., Kouadio L. (2017).** Contrôle qualité de l'eau de baignade de la Cascade de Man en Côte d'Ivoire. Journal de la Recherche Scientifique de l'université de Lomé .Vol 19 .N° 4. P 85-90.
- **ANSES, (2016).** Evaluation des risques sanitaires liées aux piscines .afsset rapport « piscine règlementées »Saisine n°2006/011, p 127.
- **ARS. (2014).** Fonctionnement, hygiène et règles sanitaires relatives aux piscines. Agence Régionale de santé Bretagne, p15.
- **Auvray, E. (2009).** The teaching of swimming in physical education (PE) between 1945 and 1995 (second degree), schooling and sportivisation : myth or reality. Staps. Vol 4. N° 86, P 59-77.
- **Auvray, E. (2020).** Essai de toponymie des piscines publiques françaises: Un patrimoine urbain dénommé entre mémoires et territoires (1884-2018).Histoire, économie société. 39 (2). p 64-85.
- **Awomon djaliah florence AKE Epse. (2020).** Etude de la vulnérabilité des lavandiers de la rivière banco par la recherche et le dénombrement des indicateurs de contamination fécale. Revue Africaine des Sciences Sociales et de la Santé Publique. Vol 2. N° 2, P 72-88.

B

- **Belkessa, S. (2021).** Giardia intestinalis : Prévalence et caractérisation moléculaire à partir de populations infantiles et adultes dans deux régions différentes de l'algerie. Thèse de doctorat en sciences Biologiques , Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, P 1-20.
- **Benchehida, A. (2018).** La santé par le sport Ou comment vivre longtemps et en bonne santé, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. Sciences de l'homme et Société.
- **Bernhard M., Marc O., Quilichini E., Castaing J. (2019).** Identification et étude de sensibilité du modèle d'évaporation sur l'évolution de la température de l'eau d'une piscine collective en milieu tropical. Congrès Français de Thermique , P 335-352.
- **Bottineau, D. (2021).** Textes programmeurs et scénarisations interactionnelles: les instructions autour de la natation en piscine et en extérieur du point de vue de l'énaction, perspective contrastive .Langages .Vol 1. N° 221. P 63-74.

C

- **Caillat L., Meunier-Salinas L., Coignard MA. (2015).** Régénération continue des bains de PEG utilisés pour la consolidation des bois archéologiques gorgés d'eau .Technè. La science au service de l'histoire de l'art et de la préservation des biens culturels, P 115-120.
- **Carbonnelle, S. (2003).** Les risques sanitaires des produits dérivés de la chloration des eaux de bassins de natation. Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement. Vol 4. N°1.
- **Catastini C., Lagriffoul A., Cournoyer B., Boutin C., Devauchelle N., Korboulewsky N., Leboulanger C., Mejean A., Occhialini-Cantet A., Paul E., Pena L., Pourcher AM., Rauzy S., Schvoerer E., Servais P., Tracol R., Villena I., Wallet F., et Panetier p. (2015).** Risques sanitaires liés aux baignades artificielles. Cahiers de l'ASEES. Vol.20, N°3.
- **Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, (2016).** Méthodes d'analyse, Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*, MA,700-STA1,0, P 5-18.

Références bibliographiques

- **Chardon, C et Billon, A. (2012).** Des agents de piscine à l'épreuve de la rencontre adolescente: un dispositif clinique original d'accompagnement de professionnels. Cahiers de psychologie clinique. Vol 2. N°39. P 159 -183.
- **Chéhab, R. (2019).** Développement de systèmes automatisés pour l'analyse des chloramines inorganiques et des trihalométhanes dans les eaux. Thèse de doctorat, Université et Faculté de Sciences de l'Environnement, P 33 -36.
- **Chunga Chako, I et Wafula MD,. (2017).** Etude quantitative et qualitative d'aquifères de la ville de Bukavu, Province du sud-kivu, RD CONGO. International Journal of Innovation and Applied Studies. Vol 19. N°2, P 385-395.

D

- **Delafont V., Bouchon D., Joyeux M., Héchard Y., Moulin L. (2017).** Dynamique des populations amibiennes et de leur microbiome au sein d'un réseau d'eau potable. Techniques Sciences Méthodes. N° 4, P 16-27.
- **Dosso OV. (2017).** Evaluation de l'eau de baignade de la Cascade de Man. Thèse de doctorat en pharmacie, Université Félix Houphouët Biogny .UFR sciences pharmaceutiques et Biologiques de Cote d'Ivoire, P 2.
- **Dumont E., Vedrin M., Nieguitsil A. (2021).** La cryptosporidiose: caractères généraux et gros plan sur le Gabon .Journal Interdisciplinaire de la Recherche Scientifique. Vol 2. N° 2, P 19-27.ISSN numérique : 2708-8987.

E

- **El Attiffi El Ouadrassi, A. (2011).** La qualité microbiologique des eaux de baignade .Thèses de Pharmacie, Université Mohammed V. Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat, P 20.
- **El Moustaine, R. (2013).** Qualité de l'eau en élevage avicole dans la région de Meknes (Maroc), impact sur la santé et la production, Lahyss journal, ISSN 1121-3680,n)13, P 58.
- **Elarbiti, 2020.** Parasitoses intestinales chez l'enfant. Thème de doctorat en médecine, université mohamed de RABAT. Faculté de médecine et de pharmacie :61.
- **Essalih, M. (2022).** Candidoses Urinaires: Revue De La Litterature. Thèses de médecine, Université de Mohammed-V Rabat .Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat, P 2.

Références bibliographiques

F

- **Fayer R., Moragan U., Upton S. (2000).** Epidémiologie de cryptosporidium: Transmission, détection et identification. Journal international de parasitologie. Vol 30. P 1305-1322.
- **Fernández-Santisteban , MT. (2017).** Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrifugas. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. Vol 51. N 2, P 70-73.
- **Festy B., Hartemann P., Ledrans M., Levallois P., Payment P., Tricard D. (2003).** Qualité de l'eau. Environnement et santé publique-Fondements et pratiques. Chapitre 13 P 333-368.
- **Fleuret, S. (2022).** Allers-retours entre tourisme et santé: Du tourisme médical à la santé globale. ISTE éditions. P 40- 95.
- **Fontaine, L. (2019).** Synthèse et développement d'un décontaminant supporté lors du processus de désinfection des eaux de piscine par l'acide trichloroisocyanurique. Thèse de doctorat en Chimie. Amiens.
- **Freyfer, DA. (2012).** Sous-produits de chloration dans les eaux de piscine-Effet de l'ozonation. Thèse de doctorat en Chimie et microbiologie de l'eau. École doctorale Sciences pour l'environnement.

G

- **Garro, B. (2015).** Réglementation sanitaire applicable aux eaux dédiées à la baignade. Cahiers de l'ASEES .Vol 20. N° 2.
- **Gassin AL., Arcella D., Ariane Titz, Finn Sheye., Ramsay J., Kalaitzis C. (2012).** Chapitre 18. Protéger les consommateurs européens des risques à l'alimentation. MediTERRA'm, P 385 - 418.
- **Georges, YJE. (2020).** Contraintes d'approvisionnement en eau potable dans le département des Collines au Bénin. Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement. Vol 20. N°5, P 68-77.
- **Goita, A. (2014).** Les bactéries pathogènes d'origine hydrique de l'épidémiologie à la prévention. Thème du doctorat en pharmacie, université mohamed v-souissi.

Références bibliographiques

- **Gomes AT., Elias WP., Scaletsky I., EC Guth B., Rodrigues JF., MF Piazza R., Ferreira L., Martinez MB. (2016).** *Escherichia coli* diarrhéique. revue brésilienne de microbiologie.47, P 3-30.
- **Gouvernement of canada. (2012).** Recommandation au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au canada-troisième édition, P 8-22.
- **Guenfoud, A. (2020).** Etude hydrobiologique comparative des eaux des deux oueds, Mekerra et Saida, à la traversée des zones urbains des villes de Sidi Bel Abbés et Saida : impact sur la santé et l'environnement. Thèse de doctorat , Université Djillali LIABES Sidi-Bel-Abbès. Faculté des sciences de la nature et de la vie. Département des sciences de l'environnement. P 18.
- **Guide d'exploitation des piscines, (2005).** Guide d'exploitation des piscines et autres bassins artificiels destinés à la baignade. Direction des politiques de l'eau, ISBN :2-550-45358-ENV/0068,p 46-52.
- **Guide d'interprétation** de règlement sur la qualité de l'eau des piscines et autres bassin artificiels, Avril (2016).
- **Guyader FS., Ollivier J., Le Saux JC., Garry P. (2014).** Les virus entériques humains et l'eau. Revue Francophone des Laboratoires. N° 459 , P 41-49.

H

- **Houti A., Benbrahim KF., El OualiLalami A., Zbadi L., Rachiq S. (2014).** Qualité physicochimique et bactériologique de trois stations thermales dans les régions de Fès, Maroc .Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie .Vol 10. N° 4 , P 158-168.
- **Husson,G. (2016).** Méthode actuelles de detection pour la bactériologie de l'eau.

J

- **Jacquinet S., Sacheli., MelinP. (2018).** *Vibrio cholerae* (choléra). WIV-ISP, Bruxelles, Belgique , P 82-84.
- **Journal officiel de la république Algérienne N°46 du 14 juillet 1993.**

Références bibliographiques

K

- **Katshil PM., Yav NN., Kashala JL. (2021).** Comparative study on the quality of the water produced at REGIDESO factories in the center of Kolwezi with that distributed to customers: Case of the Mununka district in the commune of Manika, City of Kolwezi, DR Congo. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. Vol 35. N°1, P 153-164.
- **Khaldi, i. (2016).** rapport de stage ,Microbiologie des eaux et des aliments, Institut Pasteur d'algerie P 12-14.
- **Kharchi R ., Benyoucef B., Belhamel M., (2007).** Système solaire combiné estimation des besoins énergétiques .*Revue des énergies renouvelables*, p 109-114.
- **Kherifi ,W et Bekiri, F. (2017).** Les maladies à transmission hydrique en Algérie. *Journal Algérien des Régions Arides (JARA)Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides*. N° 14.
- **Koffi-Nevry R., Assi-Clair BJ., Assemand EF., Affou SW., Koussemon M. (2012).** Origine des témoins de contamination fécale de l'eau d'arrosage de la laitue (*Lactuca sativa*) cultivée dans la zone périurbaine d'Abidjan.*Journal of Applied Biosciences*. Vol 52, P 3669-3675.

L

- **Lagiere J., El Najjar N., Dubourg K., Labarthe S., Ohayon C. (2017).** La chimie du brome appliquée à la désinfection des eaux de piscines: étude bibliographique. *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science*. Vol 30. N° 3, P 227-245.
- **Le Bas, A. (2000).** Des piscines et des villes: genèse et développement d'un équipement de loisir.*Histoire urbaine*.Vol . N 1 , P 145-162.
- **Le cahier de note documentaire N° 156, troisième trimestre 1994.**

M

- **Mena et Gerba. (2009).** Note complémentaire au rapport « Risques sanitaires liés aux baignades artificielles » se rapportant à la valeur limite en *Pseudomonas aeruginosa*. pathologies dues à *Pseudomonas aeruginosa* en lien avec la baignade. ANSES ,p10/19.

Références bibliographiques

- **Morand A, (2017).** *Pseudomonas aeruginosa* en dermatologie *Pseudomonas aeruginosa* in dermatology. Vol 144, N° 11, P 666-675.
- **Moutiez, J. (2021).** Se baigner à nouveau dans la Seine: l'héritage promis par les Jeux olympiques et paralympiques de Paris .Projets de paysage. Revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace.

N

- **Naidoo D., Archer C., Louton C., Rodda N. (2016).** Test des désinfectants ménagers pour l'inactivation des œufs d'helminthes sur les surfaces et dans les déversements lors de la vidange des latrines à fosse.Université de KwaZulu-Natal .42 (4), P 560-570.
- **Naji, T. (2017).** Développement d'un procédé électrolytique de désinfection et de traitement des eaux récréatives de piscines, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, P 101.
- **Nasser, W. (2011).** Construction territoriale, développement local et tourisme: le cas du. Thèse de doctorat .Spécialité : Sciences économiques. P 5.
- **Nicolas, L. (2021).** Longueurs à la piscine. Temps aménagés et temps vacants dans les bassins parisiens (années 1880-1930).L'histoire culturelle. N°3.

O

- **OMS, (2005).** Evaluation des risques sanitaires liés aux piscines.afsset rapport « piscines réglementées » saisine n°2006/011,p : 126-127.
- **OMS, (2000).** « Guidelines for safe recreational water environments », Vol 2, Final draft, chapter.
- **OMS, (2006).** Microbial hazards. In: Guidelines for Safe Recreational Water Environments. Swimming Pools and similar Environments, 2. WHO Press, Geneva, Switzerland, P 26–59 (Chapter 3).

R

- **Rabeh, O. (2019).** Conditions de l'existence et du progrès de la nation somalienne. Mondes en développement. Vol 2. N° 186, P 167-168.
- **Rodier J., Legube B., Merlet N. (2016).** L'analyse de l'eau, contrôle et interprétation :analyse microbiologique des eaux, 10 édition France,Dunod, p 569/867.

S

Références bibliographiques

- **Schlosser, L. (2017).** Le label «Architecture contemporaine remarquable» appliqué au patrimoine des piscines des Hauts-de-France.
- **Schwob, V et Joncheray, H. (2013).** Theoretical models and definitions of the swimmer in France since 1960. Staps. Vol 2. N°100. P 109-128
- Session d'information sur l'autocontrôle des piscines , SlidePlayer.

T

- **Trace Taylor, Chandrashekar GUnakalStaTaylortPearls. (2021).**
Staphylococcus aureus. In: StatPearlsIn .Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- **Tsamba, L. (2018).** Modélisation prédictive de la formation de sous-produits de chloration dans les ambiances confinées. Applications aux piscines couvertes. Thèse de doctorat en chimie.

V

- **Vincent D. (2017).** Eau potable (destinée a la consommation humaine),Germes aérobies revivifiables à 22°C et 37°C, art L 1321-1du CSP.
- **Vincent D. (2017).** Bactéries sulfito-réductrices et spores.Université Grenoble Alpes. Nature/origine des contaminations, Art L 1321-1 du CSP.
- **Voisin , C et Bernard, A. (2008).** Risques d'affections allergiques associés aux produits de chloration en piscine. Environnement, Risques & Santé. Vol 7. N°6, P 417-423.

W

- **Ward, H et Cevallos, A.M. (1998).** Cryptosporidium : molecular basis of host-parasite interaction.- Advances in Parasitology, 1998, 40, P 151-85.
- **World health organization. (2006).** Guidelines for safe recreational water environment. Swimming pools and similar environments volume 2 who press,20 avenue appia,1211 Geneva 27,Switzerland,p 26-52.

Annexes

Annexes

❖ Annexes 1 : Matériel non biologique

Verreries	Matériel et les instruments spécifiques	Autres matériels non biologique	Matériels de protection
-Les flacons stérilisés comprennent un volume de 500 ml -Pipettes pasteur en verre -Lame et lamelle -Tubes stériles -Fioles jaugées - Balance de précision -Entonnoir -Bécher -Tube à essai -Eprouvette graduée	-Filtre à membrane 0,45 stérile -La pince -Poire -Boîtes de pétri -Anse de platine -DPD n°1 -Analyseur de chlore -Portoir pour les tubes -Eau physiologique stérile -Une pissette d'eau distillée -Bec benzène -Briquet -Papier -Essuie-mains -Désinfectant (eau de javel)	-Bain-marie -Microscope optique -Rampe de filtration -Autoclave 120°C -Réfrigérateur -Etuve 37°C -Etuve 44°C -Etuve 30°C Etuve 65°C	-Blouse -Masque -Hotte

❖ L'analyse des Fungi


Chloramphénicol.


❖ L'analyse des parasites

- Méthanol.
- Fuchsine.
- Acide sulfurique 2%.
- Bleu de méthylène.
- Lugol.


Annexes

❖ Annexes 2 : La composition des milieux de culture utilisés

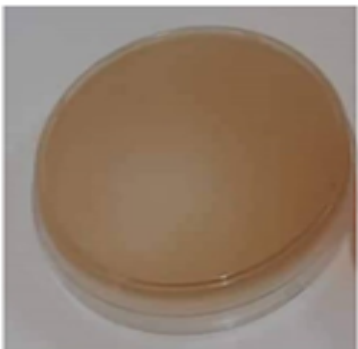
Gélose PCA (Plate-Count Agar)	
Ingrédients en grammes pour un litre d'eau purifiée	Photo originale
Peptone de caséine..... 5,00 Extrait de levure2, 50 Glucose1,00 Agar15,00 PH final à 25°C:7,0±0,2	

Gélose viande-foie (VF)	
Ingrédients en gramme pour un litre de milieu	Photo originale
Base viande-foie.....30g Glucose.....2g Agar.....6g Eau distillée.....1000ml PH final=7,6 0,2	


❖ Annexes 2 : La composition des milieux de culture utilisée

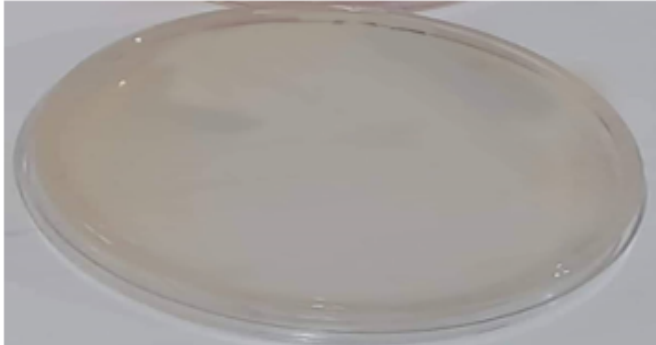
Gélose lactosée au Tergitol 7 et au TTC	
Ingrédients pour 1 litre de milieu	Photo originale
Peptone pancréatique de viande.....10,0 g	
Extrait de viande..... 5,0 g	
Extrait autolytique de levure..... 6,0 g	
Lactose.....20,0 g	
Tergitol 7.....0,1 g	
Bleu de bromothymol50,0 mg	
Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium.....25,0 mg	
Agar agar bactériologique..... 10,0 g	
pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : 7,2 ± 0,1	


Milieu Chapman ou gélose au sel de mannitol	
Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée	Photo originale
Peptone bactériologique.....10 g/l	
Extrait de viande de bœuf ...1g/l	
Chlorure de sodium75g/l	
Mannitol 10g/l	
Rouge de phénol0,025g/l	
Agar15g/l	
PH :7,5(environ)	

Gélose de Slanetz et Bartley	
Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée ou déminéralisée	Photo originale
Tryptose 20,00	
Extrait de levure.....5,00	
Glucose.....2,00	
Phosphate disodique 2H ² O.....4,00	
Azoture de sodium.....0,40	
Agar.....10,00	
Triphényl-2, 3,5-tétrazolium (TTC)..... 0,10	
pH final à 25°C : 7,0 ± 0,2	

❖ Annexes 2 : La composition des milieux de culture utilisée

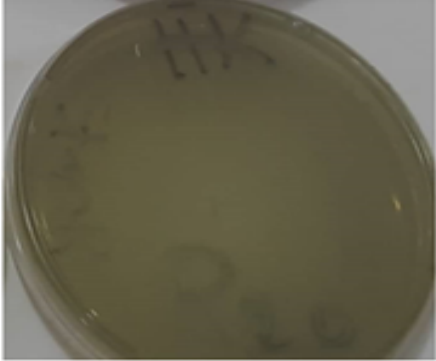
Bouillon au Sélénite de Sodium (SFB D/C)	
Ingrédients	Photo originale
Peptone pancréatique de caséine.....5g	
Lactose.....4g	
Monohydrogénophosphate de sodium...10g	
Sélénite acide de sodium.....4g	
Eau distillée.....1000ml	
PH : 6,8-7	

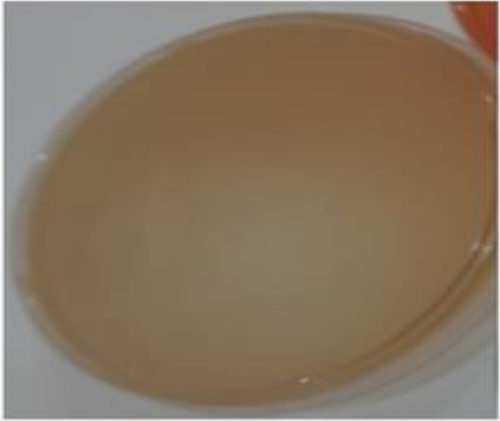
Gélose au Cétrimide	
Ingrédients pour litre de milieu	Photo originale
Peptone de gélatine.....16,0g	
Peptone de Caséine.....10,0g	
Cétrimide.....0,2g	
Acide nalidixique ou pas.....15mg	
Sulfate de potassium.....10,0g	
Chlorure de magnésium.....14g	
Agar.....10,0g	
Eau distillée.....qsp 1L	
PH : 7,1	


Milieu Chromagar Orientation Medium	
Ingrédients en grammes par litre	Photo originale
Peptone.....8,0	
Sodium chloride.....5,0	
Sodium deoxycholate....1,0	
Chromogenic mix.....1,5	
Polypropylène glycol.....10,5	
Agar.....15,0	
PH(25°C)final: 7 ,4±0,2	

Annexes


❖ Annexes 2 : La composition des milieux de culture utilisée

Gélose Hektoen	
Ingrédients en grammes par litre	Photo originale
Protease pepsique du viande15,0g/l Extrait de levure.....3,0 g/l Extrait de viande.....3,0 g/l Saccharose.....12,0g/l Lactose.....12,0g/l Salicine :.....2,0 g/l Chlorure de Sodium.....5,0g/l Sels biliars4,0g/l Bleu de Bromothynol0,065 g/l Fuchsine acide0,1g/l Agar18g/l PH(25°C)final :7,5±0,2	

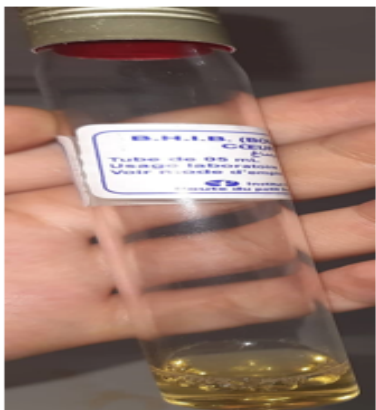
Gélose à l'esculine biliaire (gélose BEA)	
Ingrédient en grammes par litre	Photo originale
Tryptone17,0 g Peptone pepsique de viande3,0g Extrait de levure5,0g Bile de bœuf déshydratée10,0 g Azide de Sodium0,25g Esculine1,0 g Citrate ferrique ammoniacal0,5g Citrate de Sodium1,0 g Chlorure de Sodium5,0 g Agar13,0 g Eau distillée: qsp1L PH:7,1	

Milieu Sabouraud	
Ingredients	Photo Original
Peptones :10,0g Glucose (ou dextrose) :40,0g Agar :15,0g Eau distillée :qsp 1L PH : 5,6	

❖ Annexes 2 : La composition des milieux de culture utilisée

Réactif Kovacs	
Ingrédients	Photo originale
Paradiméthylaminobenzaldéhyde : 5g Alcool Isoamylique : 75ml Acide Chlorhydrique : 25ml	

Eau peptonée exempte indole ou urée indole	
Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée	Photo originale
peptone exempte d'indole : 10 g/l Chlorure de sodium : 5 g/l PH final : 7,2	

Bouillon Cœur-Cervelle (BHIB)	
Ingrédients	Photo Originale
Protéose-pepton.....10, 0 g Infusion de cervelle de veau.....12,5g Infusion de cervelle de bœuf.....5,0g Glucose.....2,0g Chlorure de sodium.....5,0g Hydrogénophosphate de sodium...2,5g PH : 7,4	

Annexes

❖ Annexes 3 : Identification biochimique (Galerie API 20E)



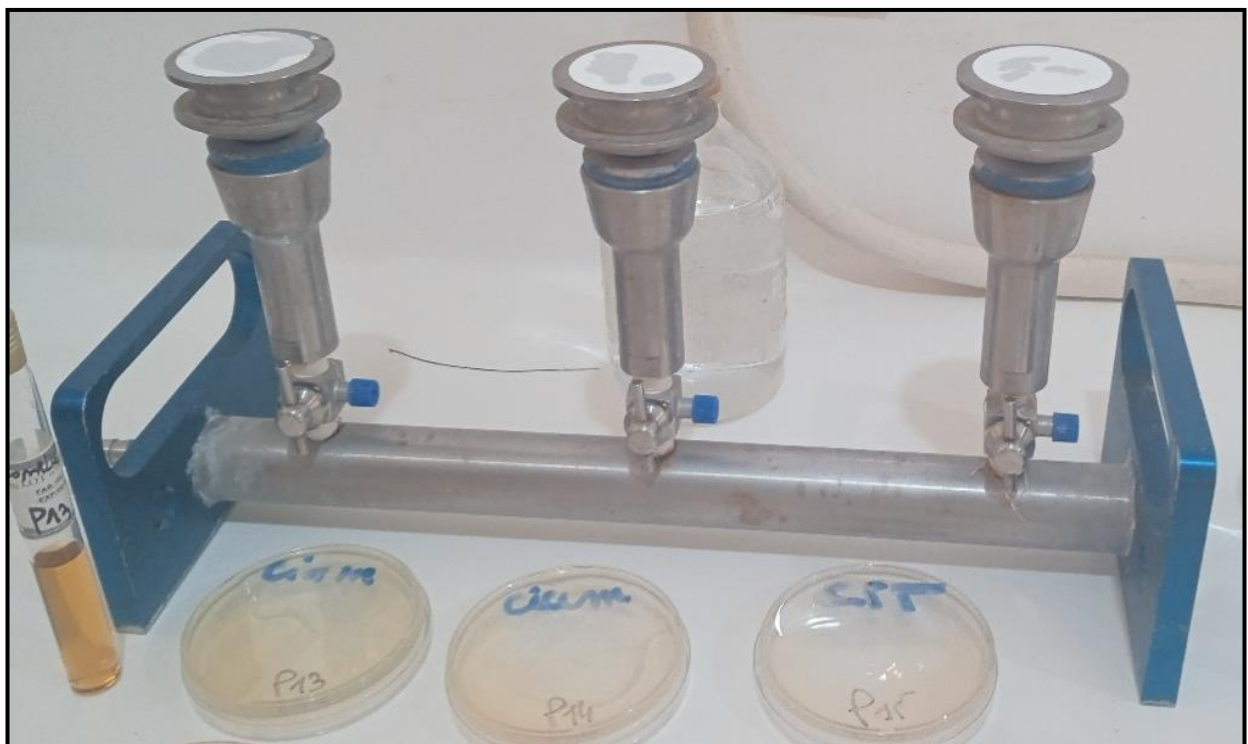
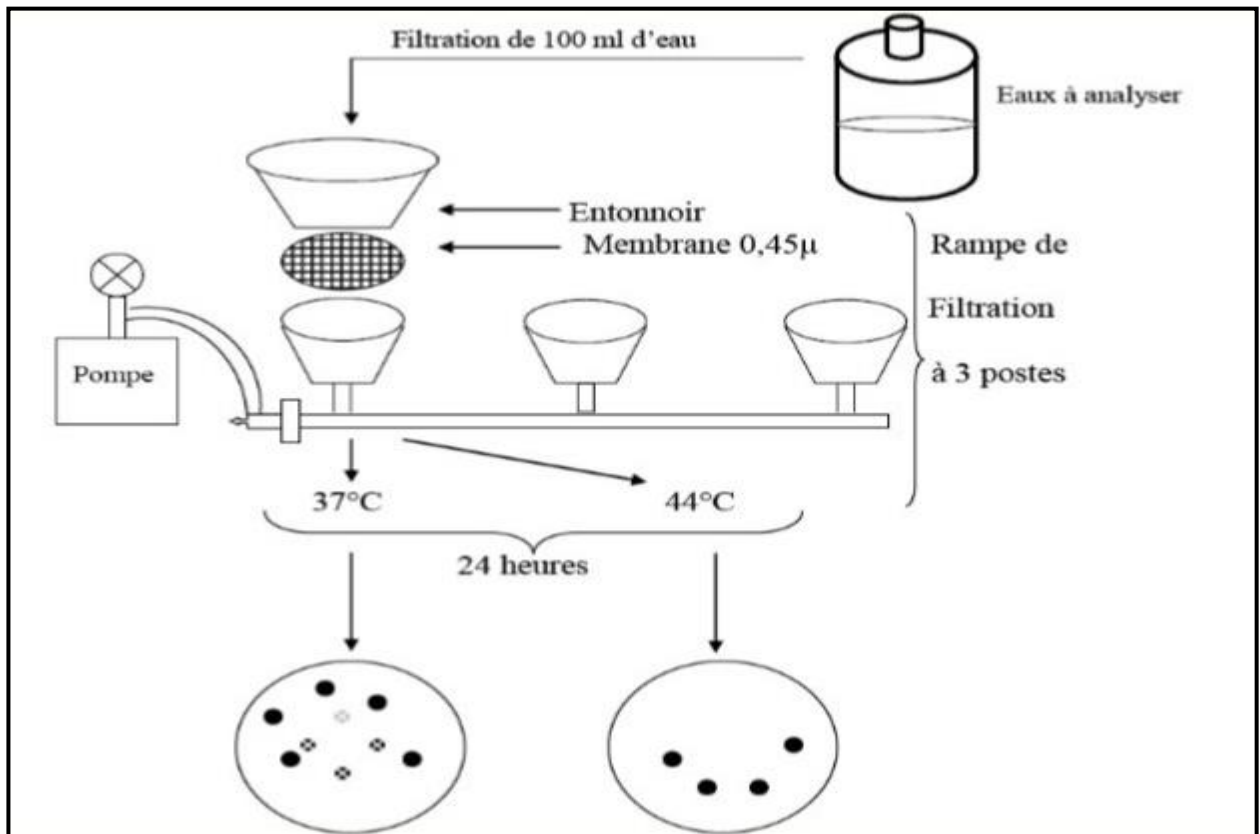
TABLEAU DE LECTURE DE LA GALERIE MINIATURISÉE API 20E						
Microtube	Substrat :	Caractère recherché	Révélateur	Lecture directe ou indirecte Test (si nécessaire)	Résultat -	Résultat +
ONPG	ONPG = Ortho-Nitro-Phényl-Galactoside	Béta galactosidase		Lecture directe		
ADH LDC ODC	Arginine Lysine Ornithine	Arginine Dihydrase Lysine Décarboxylase Ornithine Décarboxylase	Rouge de phénol	Lecture directe		
CIT	Citrate	Utilisation du citrate	BBT	Lecture directe		
H ₂ S	Thiosulfate de sodium	Production d'H ₂ S	Fe III	Lecture directe		
URÉ	Urée	Uréase	Rouge de Phénol	Lecture directe		
TDA	Tryptophane	Tryptophane désaminase		Lecture indirecte		
IND	Tryptophane	Tryptophanase ou production d'indole		Lecture indirecte	 	
VP	Pyruvate de sodium	production d'acétoïne (3-hydroxybutanone)		Lecture indirecte		
GEL	Gélatine	gélatinase	Particules de charbon	Lecture directe		
GLU à ARA = zymogramme	Substrat carboné (glucide)	Utilisation de substrats carbonés (glucides)	BBT	Lecture directe		
NO ₂ ⁻ / N ₂	Nitrates (NO ₃ ⁻)	Nitrate réductase		Lecture indirecte		

❖ Annexes 4 : Chromagar orientation

Bacille Gram (+)	Apparence des colonies typiques
<i>Enterococcus</i>	Bleu turquoise
<i>S. aureus</i>	Jaune doré, opaque, petit
<i>S. epidermidis</i>	Crème, colonies très petites
<i>S. saprophyticus</i>	Rose, opaque, petit
<i>Strep B</i>	Bleu clair

Levures	Apparence des colonies typiques
<i>Candida albicans</i>	Crème, colonies très petites

❖ Annexes 5 : La rampe de filtration



❖ Annexes 6 : La fiche de renseignement

Fiche de renseignement

- L'identité du préleveur :

- Wilaya de prélèvement de l'eau :
 - Blida Tipaza

- La date du prélèvement :/...../.....

- L'heure du prélèvement : h min

- Type de piscine :
 - Olympique Semi olympique Loisir

- Sexe de baigneurs :
 - Homme Femme

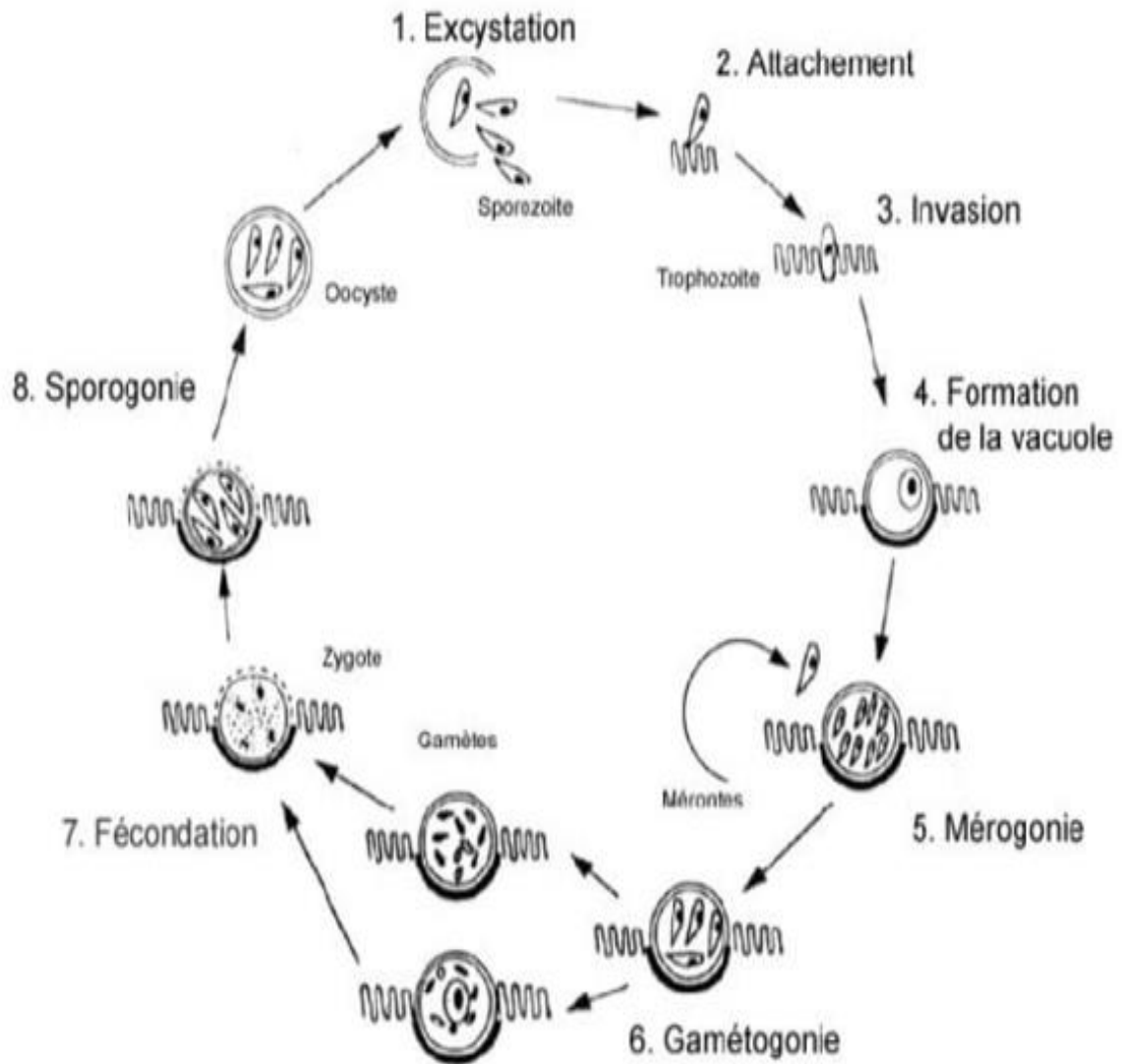
- Catégories des baigneurs :
 - Adulte Enfant

- Type d'analyse :
 - Microbiologique Chimique

- Température de l'eau : °C

- Taux de chlore : mg/l

❖ Annexes 7 : Cycle biologique de *Cryptosporidium parvum*



Cycle biologique de *Cryptosporidium parvum* d'après Wars et Cevallos (1998)

❖ Annexes 8

**JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DE LA QUALIE
REQUISE DES EAUX DE BAINADE N°46 14 juillet 1993**

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"	/ 100 ml	100	—
4. Salmonelles	1 L	—	0
5. Enterovirus	PFU / 10L	—	0
6. Vibriion 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 méthylen	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)	—	—	Abscence
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

1. Les concentrations inférieures ou égales aux valeurs guides indiquent une eau de bonne qualité.
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.