

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2018

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Biotechnologie Microbienne

Présenté par :

DEROUAZ SIHAM & BELMADI HASSIBA

Thème

Etude de la qualité bactériologique de l'eau provenant du Barrage Tilesdit, traitée et distribuée dans deux communes de la Wilaya de Bouira

Soutenu le : 01 / 07 / 2018

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mme DJOUAHRA fahem Djamila

MAA

Univ. de Bouira

Président

Mme LEZZOUM ATEK Sara

MAA

Univ. de Bouira

Promotrice

Mme. MESSAD Sara

MCB

Univ. de Bouira

Examinatrice

Année Universitaire : 2017/2018

لَبَّكُمُ الْمَلَكُوتَ



صَلَّى الْعَظِيمِ

Remerciements



Avant tout , nous remercions Allah le tout miséricordieux l'unique , le puissant, maitre des cieux et de la terre pour nous avoir guidé , protégé , aidé et permit démener à bien ce travail



. A la Direction et au corps enseignant : de faculté des Sciences de la Net de la Vie, Département de Biologie .



A notre encadreur : LEZZOUM ATEK Sara, pour la qualité de formation que vous nous avez donnée, Votre gentillesse, vôtre courtoisie, votre disponibilité constante, votre ardeur dans le travail, Merci pour tous ce que vous avez fait pour la réussite de ce travail.



Aux membres de jurys pour avoir bien voulu lire, commenter et débattre notre travail.



A les Directions et à tout le personnel de l'Algérienne des Eaux (ADE) de l'unité de Bouira et particulièrement à Mr Saiki ; Mr Kosaila ; Mme Nawara et Mme Drifa. .



A tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, Si par mégarde, nous avons oublié quelqu'un, qu'il nous pardonne et qu'il soit remercié pour tous.



DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à

- ❖ *Mon père et de Ma mère qui m'ont donné la force , le courage , la patience et l'optimisme continue.*
- ❖ *Tous mes frères et sœurs : Fouad, Hanan, Faten, Ahlam , Imen, Hamza Merci pour votre soutien .*
- ❖ *Ma grand-mère : Saidia.*
- ❖ *Mes oncles et mes tantes.*
- ❖ *Et mes amies, tout particulièrement : Hassiba, Manar, Kanza, Sara, Nesrine, Imen, Lamia , Amina et Houda merci pour vos conseils et vos encouragements, et aussi pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces années inoubliables*
- ❖ *A mes collègues de master 2 Biotechnologie Microbienne 2018.*

SIHAM



DEDICACES

Je dédie ce travail à

- ❖ *A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.*
- ❖ *A tous mes frères et sœurs : Rachid , Hamza , Kahina, Wahiba, Taouas , Nessrine*
- ❖ *Mes oncles et mes tantes.*
- ❖ *Mes amies ; Siham , Manar, Kanza , merci pour vos conseils et vos encouragements, et aussi pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces années inoubliables*
- ❖ *A mes collègues de master 2 Biotechnologie Microbienne 2018.*
- ❖ *Pour tout loin de l'œil près du cœur*

HASSIBA

Liste des abréviations

A.D.E : Algérienne Des Eaux .

AEP : Alimentation en eau potable.

ANRH : Agence nationale des ressources hydriques.

BCPL: Bouillon lactose au pourpre de bromocresol .

BEA : Bile Esculine acide.

CMA : Concentration maximale acceptable.

D /C : Double concentration.

GT : Germe totaux.

JOA : Journal officiel Algérienne .

MES : Matières en suspension.

MI : Millilitre.

Nb : Nombre.

NPP : Le nombre le plus probable.

OMS : Organisation mondiale de la santé .

S /c : Simple concentration.

Strep : Les streptocoques.

TSI : Triple Sugae Iron.

Um : Micro- mètre.

VF : Gélose viande foie.

Liste des figures

Figure 1 : La structure d'eau	2
Figure 2 : Les différents états de l'eau.....	3
Figure 3 : Cycle de l'eau.....	5
Figure 4 : Les eaux souterraines.....	6
Figure 5 : Les eaux de surface.....	6
Figure 6 : Etapes de traitement des eaux brutes.....	15
Figure 7 : La dégrillage.....	16
Figure 8 : Le dessablage.....	17
Figure 9 : La décantation.....	19
Figure 10 : Barrage Tilesdit	22
Figure 11 : Localisation géographique du barrage tilesdit	22
Figure 12 :Technique de stérilisation des récipients	25
Figure 13 : Rampe de filtration.....	29
Figure 14 : Les étapes de recherche des coliformes totaux.....	30
Figure 15 : Aspect des colonies sur le milieu ENDO.....	30
Figure16 :Tubes de TSI avec un résultat positif	31
Figure17 : Recherche des coliformes fécaux et <i>E.coli</i> sur milieu Schubert.	32
Figure 18 : Recherche des <i>streptocoques fécaux</i> en utilisant les milieux Slanet et BEA.....	34
Figure 19 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux par la technique des tubes multiples	36
Figure 20 : Tube d'EVA LITSKY positif au test de confirmation.....	38
Figure 21 : Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale sur TGEA	40
Figure 22 : Recherche et dénombrement des <i>Clostridium sulfito- réducteurs</i> sur milieu VF.....	43

Liste des tableaux

Tableau I : La différence entre les eaux souterraines et les eaux de Surface	7
Tableau II : Fiche technique du barrage	21
Tableau III : Le nombre d'échantillons prélevés par région et la fréquence des prélèvements	27
Tableau IV : Type d'analyses bactériologies.....	38
Tableau V : Les paramètres de qualité de l'eau de consommation et les valeurs limites	45
Tableau VI : Les paramètres de qualité de l'eau distribuée traitée	46
Tableau VII : Les résultats d'analyses bactériologiques complètes de l'eau brute.....	46
Tableau VIII : Les résultats d'analyses bactériologiques complètes de l'eau traitée du réservoir.....	47
Tableau IX : Les résultats d'analyses bactériologiques réduites pour l'eau distribuée dans la Région d'Ahl El kasr	48
Tableau X : Les résultats d'analyses bactériologiques réduites pour l'eau Distribuée dans la Région de Bechlule	48
Tableau XI : Les résultats d'analyses bactériologiques réduites pour l'eau Distribuée dans la Région d'EL Asnam.....	49
Tableau XII : Les résultats d'analyses bactériologiques réduites pour l'eau Distribuée dans la Région Bouira.....	50
Tableau XIII : Tableaux de Mac Grady , Nombre le plus probable (NPP/1 .5 .5)	

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale.....1

Première partie : Etude bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les eaux

I.1.Généralités.....2

I.2. Les états de l'eau.....2

I.3. Le cycle hydrologique3

I.4. Les sources naturelles de l'eau 5

I.4.1. Les eaux de pluie5

I.4.2. Les eaux souterraines5

I.4.3. Les eaux de surface6

I.5. Principales différences entre les eaux souterraines et les eaux de surface.....6

I.6. Les critères de qualité de l'eau de consommation.....8

I.6.1. Paramètres physico-chimiques8

I.6.2. Paramètres bactériologiques.....8

I.6.2.1. Les coliformes totaux8

I.6.2.2. Les coliformes fécaux9

I.6.2.3. Escherichia coli.....9

I.6.2.4. Les streptocoques fécaux.....9

I.6.2.5. Les Clostridium sulfito- réducteur9

I.6.2.6. Les Germes totaux10

Chapitre II : Pollution et traitement des eaux de surface

II.1. La pollution des eaux de surface..... 11

II.1.1. Classification de la pollution..... 11

II.1.1.1. Classification selon le type de polluant..... 11

II.1.1.2 Classification selon l'origine de la pollution..... 14

II.2. Traitement des eaux de surface 15

II.2.1. Prétraitement..... 15

II.2.2. Pré-oxydation.....	17
II.2.3. La clarification.....	17
II.2.4. La désinfection.....	20
II.2.5. L'affinage.....	20

Deuxième Partie : Etude expérimentale

1 . Matériel et méthodes

1.1.Présentation de la région d'étude.....	21
1.1.1. Situation géographique.....	21
1.1.2. Fiche technique du barrage.....	21
1.2. Objectifs de travail.....	23
1.3.Materiel.....	23
1.4. Méthodes de prélèvement	24
1.4.1. Lavage et stérilisation.....	24
1.4.2. Mode de prélèvement.....	25
1.4.3. Conservation et transport au laboratoire	26
1.5. Nombre d'échantillons prélevés et analysés.....	26
1.6. Types d'analyse bactériologique.....	28
1.6.1. Analyse bactériologique réduite	29
1.6.1.1. Recherche et dénombrement des <i>coliformes totaux</i>	29
1.6.1.2.Recherche et dénombrement des coliformes fécaux	31
1.6.1.3. La recherche et dénombrement des <i>streptocoques fécaux</i>	33
1.6.2.Analyse bactériologique complète	35
1.6.2.1.Recherche et dénombrement des <i>coliformes totaux</i>	35
1.6.2.2. Recherche et dénombrement des <i>coliformes fécaux</i>	36
1.6.2.3. La recherche et dénombrement des <i>streptocoques fécaux</i>	37
1.6.2.4.Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale	38
1.6.2.5. La recherche et dénombrement de <i>Clostridium sulfito- réducteurs</i>	41

2. Résultats et discussion

2.1. Normes de la qualité de l'eau	44
2.2.Analyses bactériologiques réalisées sur l'eau brute l'eau du réservoir	46
2.3. Anlyses bactériologiques réalisées sur l'eau de distribution	47

2.3.1.Eau distribuée dans la région de Berdj khrise	48
2.3.2.Eau distribuée dans la Région de bouira.....	49
2.4. DISCUSSION.....	50
Conclusion52

Références bibliographique

Annexes

Résumé

Introduction générale

Introduction

L'eau c'est la vie, c'est la base de toutes les civilisations humaines. L'eau est, en effet, le constituant principal des tissus animaux et végétaux et requiert une importance capitale pour l'agriculture et pour l'activité industrielle (**kirkpatrick et fleming, 2008**).

Cependant elle peut être aussi une source de maladie à cause de sa sensibilité à la pollution venant par l'activité humaine et par les bactéries pathogènes. D'après l'OMS, cinq millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année des maladies, diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou de l'eau de boisson (**kassim ., 2005**).

La pollution générée par l'homme affecte de plus en plus le cycle de l'eau. Des traitements artificiels doivent souvent être appliqués pour compléter les cycles naturels d'autoépuration. Ces traitements sont en place à l'heure actuelle sur les stations d'épuration et les stations des traitements.

Par conséquent, ces dernières années le contrôle de la pollution et de la qualité des eaux devenus obligatoire ont particulièrement explosé dans le but de protéger l'environnement et la santé des êtres vivant et d'exploiter les eaux contrôlées et traitées pour la consommation humaine ou l'utilisation industrielle (**lazhar ., 2008**).

L'objectif principal de notre travail consiste à effectuer des analyses bactériologiques au niveau du laboratoire de l'unité de l'Algérienne Des Eaux (A.D.E) de la wilaya de Bouira afin de déterminer la qualité bactériologique de l'eau de consommation de la région de Bouira et de Berj Khrise et vérifier ainsi si elle répond aux normes requises pour les eaux de consommation en vigueur dans notre pays.

Cette étude est répartie comme suit :

Une partie théorique consacrée aux généralités sur les eaux et la qualité bactériologique des eaux de surface et des eaux destinées à l'alimentation humaine selon les normes algériennes en vigueur ;

Une partie expérimentale consacrée à l'étude de la qualité bactériologique de l'eau du Barrage Tilesdit avant traitement « eau brute » et après traitement « eau du réservoir » et « eau distribuée », en réalisant l'analyse de plusieurs échantillons.

I.1.Généralités

L'eau est un corps incolore, inodore, insipide et liquide dans les conditions normales de température et de pression. Elle résulte de la combinaison de deux volumes d'hydrogène et un volume d'oxygène, par des liaisons covalentes simples, sa formule chimique est H_2O (Graini , 2011) (figure n°1). Elle est le substrat fondamental des activités biologique et le constituant le plus important des organismes vivants (70% de leurs poids moyen).

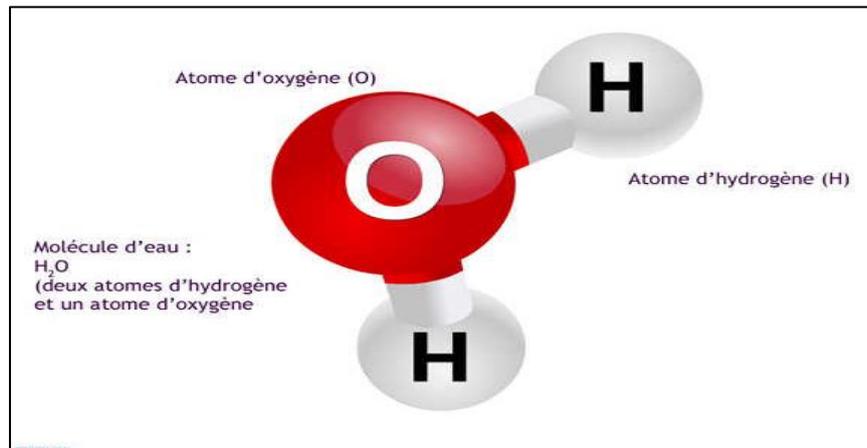


Figure n° 1 : La structure d'eau

Source : (<https://www.infirmiers.com/fondamentale-les-molecules-du-vivant-partie-1.html>)

I.2. Les états de l'eau

L'eau est un constituant fondamental de notre environnement. Elle se présente sous différents états : solide, liquide et gazeux.

- **L'état solide**

L'eau est solide quand la température est inférieure à $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Les molécules sont disposées souvent en tétraèdre avec une molécule d'eau centrale et quatre autres disposées suivant les quatre sommets d'un tétraèdre régulier. Le réseau cristallin qui en résulte est hexagonal. Les molécules sont assemblées par des liaisons d'hydrogènes, chaque atome d'hydrogène d'une molécule d'eau étant lié à l'atome d'oxygène de la molécule voisine (Merouani . Et Bouguedah A., 2013).

- **L'état liquide**

Au cours de la fusion de la glace, les liaisons hydrogène se rompent, le cristal s'effondre et les molécules se rapprochent les unes des autres, la masse volumique augmente jusqu'à une valeur maximale correspondant à une température de 4°C (**Graini , 2011**).

- **L'état vapeur**

Il est obtenu à partir de 100°C, les molécules sont relativement indépendantes les unes des autres et correspondent au modèle angulaire (**Merouani . Et Bouguedah , 2013**) (**figure n°2**).

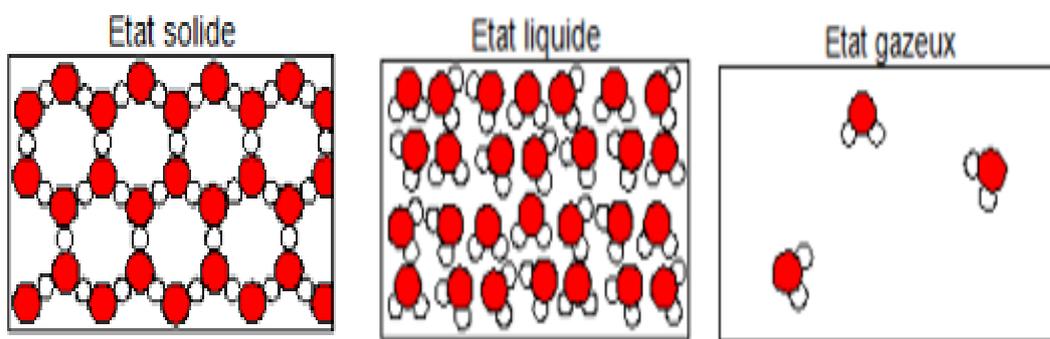


Figure n° 2 : Les différents états de l'eau

Source :(<http://svt.ac-besancon.fr/bac-l-2009-metropole/>)

I.3. Le cycle hydrologique

Le cycle hydrologique ou le cycle naturel de l'eau est un processus qui décrit le mouvement et le renouvellement de l'eau dans la nature. Les étapes du cycle hydrologique est

(**figure n°3**).

- **L'évaporation**

L'énergie solaire est le principal moteur du cycle hydrologique. Les rayons du soleil réchauffent l'eau des rivières, des fleuves, des lacs, des mers et des océans et le fait passer de l'état liquide à l'état vapeur, c'est l'évaporation (**Debbakh , 2012**).

- **La transpiration des végétaux**

La transpiration des plantes et l'évaporation du sol humide libèrent de l'humidité qui s'élève dans l'atmosphère sous la forme de vapeur d'eau. Sous l'action du vent les nuages sont déplacés au-dessus des terres. A titre indicatif, un hectare de forêt produit environ de 20 à 50 tonnes par jour de vapeurs d'eau (**Debbakh , 2012**).

- **La condensation**

Au contact des couches de l'air froid de l'atmosphère, la vapeur d'eau, ces minuscules gouttelettes qui sont poussées par les vents se rassemblent en gouttes de pluies (**Debbakh , 2012**).

- **Les précipitations**

Les gouttes issues de la condensation se transforment en nuage qui par gravité et dépression, déversent leurs contenus sur la terre sous forme de neige, grêle ou pluie (**Meybeck., 1989 Et Debbakh , 2012**).

- **Le ruissellement**

La plus grande partie d'eau part directement dans les océans, le reste forme des nappes souterraines qui donnent naissance à des sources pour aller grossir les rivières qui à leur tour vont alimenter les océans (**Debbakh , 2012**).

- **L'infiltration**

L'eau de pluie pénètre dans les sols perméables. L'eau peut parfois remplir une poche souterraine et former un véritable réservoir d'eau. Donc le contenu dans ce réservoir (nappe d'eau ou nappe phréatique) trouve parfois un chemin naturel vers l'extérieur.

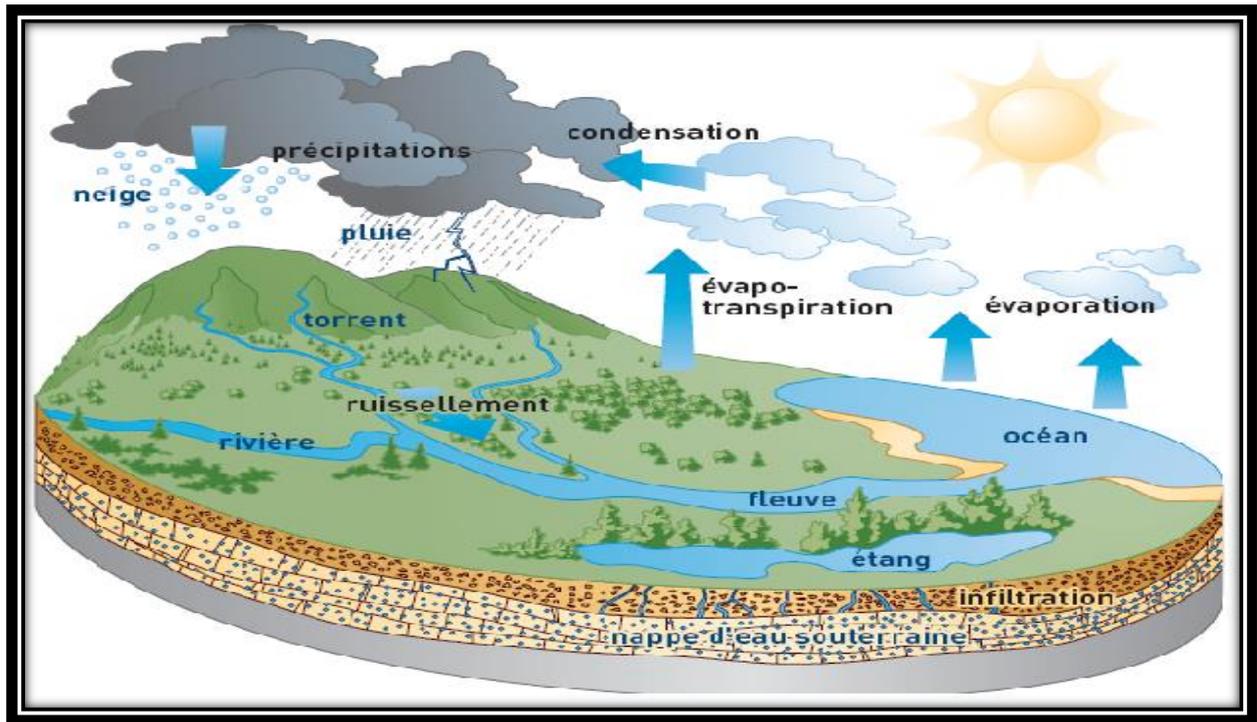


Figure n° 3 : Cycle de l'eau

Source : (<http://www.mplux.be/fr/pecher/l-eau/130-le-cycle-de-l-eau-en-6-etapes>)

1.4. Les sources naturelles de l'eau

L'eau existe dans la nature sous plusieurs formes et sa répartition sur le globe est inégale, cela est dû au climat et la structure du sol (Vilaginés, 2000).

1.4.1. Les eaux de pluie

L'eau de pluie peut être considérée comme l'eau naturelle la plus pure, tout au moins loin des centres urbains et des sources de pollution atmosphérique (Vilaginés, 2000).

1.4.2. Les eaux souterraines

Ce sont les plus potables, souvent de meilleure qualité du moins celles provenant de puits profonds. Cependant, les eaux d'infiltration qui alimentent les nappes souterraines se chargent de matière organique en traversant les couches supérieures des sols et s'enrichissent en sels minéraux provenant de terrains rencontrés sur leurs parcours (Vilaginés, 2000)

(figure n°4).



Figure n°4 : Les eaux souterraines

Source : (<http://www.toutpourleforage.com/hydrogeologie-definition/>)

1.4.3. Les eaux de surface

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles sont constituées par les eaux des ruisseaux, mers, rivières, fleuves, étangs, lacs, barrages-réservoirs et glaciers. On ne doit pas oublier qu'elles se trouvent en contact étroit avec le sol d'un côté et avec l'atmosphère de l'autre côté (**Degremont, 2005**)

(**figure n°5**).



Figure n°5 : Les eaux de surface

Source : (https://www.atlasinfo.fr/En-France-la-moitie-des-eaux-de-surface-n-est-pas-de-bonne-qualite_a543.html)

I.5. Principales différences entre les eaux souterraines et les eaux de Surface

Les eaux de surface sont plus chargées de matières en suspension que les eaux Souterraines, ainsi que de matières colloïdales, plancton animal et végétal. Les eaux

Souterraines sont souvent considérées comme des eaux naturellement pure (Kettab, 1992) (tableau n°1).

Tableau n°I: Différence entre les eaux souterraines et les eaux de Surface (Bourrier et Selmi, 2011)

Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux de souterraines
Température	Variable suivent les saisons	Relativement constante
Minéralisation globale	Variable en fonction des terrains, des précipitations Etc..	Sensiblement constante en générale nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Fe ⁺² et Mn ⁺²	Généralement absent	Généralement présents
Co ₂ agressif	Généralement absent	Souvent présent en grande quantité
O ² dissous	Le plus souvent au voisinage de la saturation.	Absent la plupart du temps
H ₂ S	Généralement présent	Souvent présent
NH ₄ ⁺	Présent seulement dans les eaux polluées	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
Eléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes) virus, planctons (animal et végétal)	Ferro bactérie fréquents

I.6. Les critères de qualité de l'eau de consommation

La surveillance de la qualité de l'eau correspond à la réalisation des analyses, de tests et l'observation de certains paramètres à des points clés du réseau d'alimentation en eau potable. L'objectif principal de ce suivi de la qualité de l'eau est de vérifier que l'eau distribuée remplit les critères de potabilité. C'est un moyen de protéger la santé publique (**Muriel, 2010**).

I.6.1. Paramètres physico-chimiques

L'appréciation de la qualité des eaux potable se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques l'ensemble de ces éléments permet d'évaluer le degré de pollution des cours d'eau et la potabilité.

- Qualité physique : englobe l'étude de la matière en suspension, la turbidité, la transparence, la température, la conductivité et la salinité .
- Qualité chimique : englobe l'étude du pH, des sels minéraux, de la matière organique, de l'oxygène dissous, des nutriments (nitrites, nitrates, ammonium, phosphate, silice), des pesticides, etc ...

I.6.2. Paramètres bactériologiques

L'analyse bactériologique des eaux consiste en la recherche d'un certain nombre de germes tests, car il est très difficile d'identifier tous les germes dangereux .L'eau doit présenter une potabilité du point de vue bactériologique, celle - ci étant destinée à la consommation humaine.

I.6.2.1. Les coliformes totaux

Les coliformes regroupent un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant à la famille des Entérobactériaceae qui sont aérobies et anaérobies facultatives à Gram négatif, en forme de bâtonnets capables de fermenter le lactose (le mannitol) et produisant des colonies foncées à reflets vert métallique en moins de 24 heures, à 37°C sur un milieu **Endon** contenant du lactose. On les retrouve fréquemment dans l'environnement, par exemple dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains. Les coliformes totaux n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique que

la source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles (Archibald, 2000; Ceaq, 2000)

I.6.2.2. Les coliformes fécaux

Les coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants correspondent à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques) des coliformes après incubation à 44°C

Ils se définissent également comme étant des bactéries aérobies et anaérobies facultatives à gram négatif, en forme de bâtonnet ils sont des indicateurs d'une contamination d'origine fécale récente (Elmund Et Al., 1999; Edberg Et Al., 2000).

I.6.2.3. Escherichia coli

Le terme *E. coli* présumée correspond à des coliformes thermo tolérants qui produisent de l'indole à partir de tryptophane à 44°C.

La détection de ces bactéries peut être une indication de la présence d'autres microorganismes, comme les bactéries, les virus et les protozoaires, pouvant entraîner des maladies, dont la plus courante est la gastroentérite. Bien qu'elle soit souvent bénigne, elle peut parfois avoir des conséquences graves sur la santé (Edberg et al., 2000)

I.6.2.4. Les streptocoques fécaux

Ces bactéries appartiennent à la famille de *Streptococcaceae*, au genre *Streptococcus*. Ils sont définis comme étant des Cocci sphériques légèrement ovales, à Gram positifs. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développent le mieux à 37°C, ils possèdent le caractère homo-fermentaire avec production de l'acide lactique sans gaz. 'Non sporulés' aéro- anaérobies facultatif (Manuel De Bergey., 1984).

Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fecées animales, ou se concentrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une contamination fécale.

I.6.2.5. Les Clostridium sulfito- réducteur

Clostridium sulfito-réducteurs sont souvent utilisés comme des témoins de contamination fécale. La forme spore est beaucoup plus résistante que les formes végétatives.

Le genre bactérien regroupant des bacilles à Gram positif, anaérobies strict. Pour la plupart mobile en générale par l'intermédiaire de flagelles péri triches. Leur présence indique une contamination ancienne (**Rodier Et Al., 2009**)

I.6.2.6. Les Germes totaux

Les germes totaux sont des germes aérobies mésophiles se développant sur un milieu aérobie à 22 C° pendant 72 heures ou 37 C° pendant 24 heures. Certains d'entre eux sont anaérobies facultatifs.

D'une manière générale, leur dénombrement est utilisé comme indicateur de pollution et également comme indicateur d'efficacité de traitement (**El Haissofi Et Al., 2011; Ceaq, 2011**).

II.1. La pollution des eaux de surface

On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif sur les êtres vivants la consomment. C'est donc une altération de sa qualité et de sa nature qui rend son utilisation dangereuse et qui perturbe l'écosystème aquatique. **(Rodier et al., 2005)**.

II.1.1. Classification de la pollution**II.1.1.1. Classification selon le type de polluant****a. Pollution physique**

On parle de ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des usines) et la pollution nucléaire (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires) **(Merouani . et Bouguedah ., 2013)**.

b .Pollution chimique

Certains éléments chimiques qui se trouvent dans l'eau sont utiles et même indispensables à la santé de l'homme à des faibles concentrations mais peuvent devenir toxiques lorsqu'ils sont absorbés en très grande quantité **(Rodier et al., 2009)**.

On distingue selon la nature de la pollution chimique :

- Les éléments chimiques minéraux.
- Les métaux lourds.

- **Les éléments chimiques minéraux**

Si l'on admet qu'une eau très faiblement minéralisée n'est pas recommandable du fait notamment de sa propriété corrosif, les effets sur la santé humaine des eaux riches en minéraux font encore l'objet actuellement d'interrogations sur lesquelles il est nécessaire de procéder à une actualisation :

- ◆ Les nitrates (NO₃⁻) sont présents naturellement dans les eaux, les apports excessifs ou mal maîtrisés d'engrais azotés engendrent une augmentation des nitrates dans les ressource **(Laferriere et al., 1995)**.

- ◆ Le sodium a été impliqué (à long terme) parmi les facteurs favorisant la genèse d'une hypertension artérielle.

Ces éléments chimiques sont aujourd'hui jugées discutables et la plus grande prudence est recommandée dans l'application des traitements correctifs sur les eaux destinées à la consommation humaine (**Botta et Bellon, 2004**).

- **Les métaux lourds**

Dans le milieu aquatique, les métaux lourds peuvent se présenter sous diverse forme physiques et chimiques. Afin d'évaluer la biodisponibilité du métal, il est nécessaire de connaître sa spéciation c'est-à-dire sa distribution vis-à-vis de ses différentes formes physico-chimiques (**Vilagines, 2003**). Les principales sources émettrices de ces métaux lourds sont les industries d'extractions minières et les fonderies, les industries de transformation (métallurgie, galvanoplastie...), les usines d'incinérations et le secteur agricole (les engrais phosphatés) (**Bouziati, 2000**).

c .Pollution biologique

Il s'agit de la pollution par les micro-organismes (bactéries, virus, parasites, champignons, efflorescences planctoniques.....etc) (**Oubagha ., 2011**).

- **La pollution bactérienne**

Les eaux polluées peuvent contenir de très nombreuses bactéries pathogènes. La plupart de ces pathogènes sont d'origine fécale car ils sont plus connus et faciles à être recherchés et à dénombrés, et leur transmission est dite oro-fécale (**Bennana, 2013**).

Parmi les germes pathogènes les plus répandus dans l'eau et qui peuvent être à l'origine des maladies infectieuses, on distingue :

- Les germes banaux : les coliformes, Protéus.
- Les bacilles dysentériques dont *Shigella* et le bacille de flexner.
- Les salmonelles, dont le *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi* A et B et les bacilles Gartner et Morgan qui survivent peu de temps dans l'eau propre.
- Les *Vibrions cholerae* qui survivent plus longtemps dans l'eau et peuvent provoquer de graves épidémies.
- D'autres bactéries : Staphylocoques, *Spirobacter ictérogène*, la *pasterelle tularensis* (**Bouziati, 2000**).

- **La pollution virale**

Les virus constituent l'entité biologique la plus abondante dans les écosystèmes aquatiques. Ils présentent un intérêt direct en santé humaine et sont capables de provoquer des infections chez l'homme (**Schwartzbrod, 2000**).

Leur présence dans l'eau est liée à une élimination humaine, par les selles, plus rarement par les urines ou les excréctions nasopharyngées. On connaît plus de 100 types de virus pathogènes regroupés sous le nom de virus entériques, ils appartiennent à plusieurs familles et genres (**Bouziati, 2000**). Ces virus entériques sont retrouvés dans les eaux usées avant de contaminer le milieu naturel (**Gantzer et al., 1998**).

- **La pollution parasitaire**

Les parasites sont généralement véhiculés dans l'eau sous forme : d'oeufs, de kystes ou de vers. Ils ne sont pas détruits par la chloration et par les autres méthodes de désinfection chimique mais peuvent être éliminés mécaniquement à l'aide d'une bonne filtration de l'eau de boisson (**Bouziati, 2000**).

Il existe deux types de parasites présents dans le milieu hydrique : les helminthes et les Protozoaires.

- **Les algues de l'eau**

Elles jouent un rôle positif pour l'équilibre des biotopes aquatiques en assurant la réoxygénation de l'eau par photosynthèse. Leur prolifération peut entraîner des nuisances pour la production d'eau potable, en perturbant les étapes de décantation en provoquant des remontés de boues, et de filtration en provoquant le colmatage des filtres. Elles contribuent aussi à enrichir l'eau en matières organiques(**Savary, 2010**).

II.2.1.2. Classification selon l'origine de la pollution

Généralement ce type de pollution d'origine humaine due à l'activité de l'homme peut causer l'émission de substance susceptible de contaminer les sols et de s'infiltrer jusqu'aux eaux souterraines, elle perturbe les conditions de vie de la flore et la faune aquatique

On distingue trois grandes catégories de pollution : domestique, agricole et industrielle.

a. Pollution domestique

La pollution domestique se caractérise par la présence des germe fécaux, de fortes teneurs en matières organiques , des sels minéraux et des détergents ,elle peut être responsable de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation de l'eau ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières (**Aissaoui , 2013**).

Elle est due principalement aux rejets domestiques (eaux de lavage, huiles de vidange, matières fécales, etc.) (**Oubagha , 2011**)

b. Pollution agricole

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

c. Pollution industrielle

Les polluants d'origine industrielle sont très variés selon le type d'activité : substances organiques banales , produits organiques de synthèse, hydrocarbures , sels minéraux, métaux lourds (**Benmaïd, 2013**).

Le développement accéléré des techniques industrielles modernes a engendré une pollution très importante. En effet, celle-ci est devenue plus massive, plus variée et plus insidieuse. (**Oubagha ., 2011**).

II.2 . Traitement des eaux de surface

Les eaux de surface ne sont pas directement utilisables pour l'alimentation en eau potable car elles sont chargées de nombreuses impuretés dissoutes ou en suspension d'origine naturelle ou liées à des pollutions. La qualité de ces eaux brutes varie également dans le temps, en fonction de la saison, de la météorologie, de l'activité biologique...etc (Jestin, 2006). Pour pouvoir être consommées sans danger, les eaux de surface doivent être traitées. Les étapes de traitement sont les suivantes (figure n°6) .

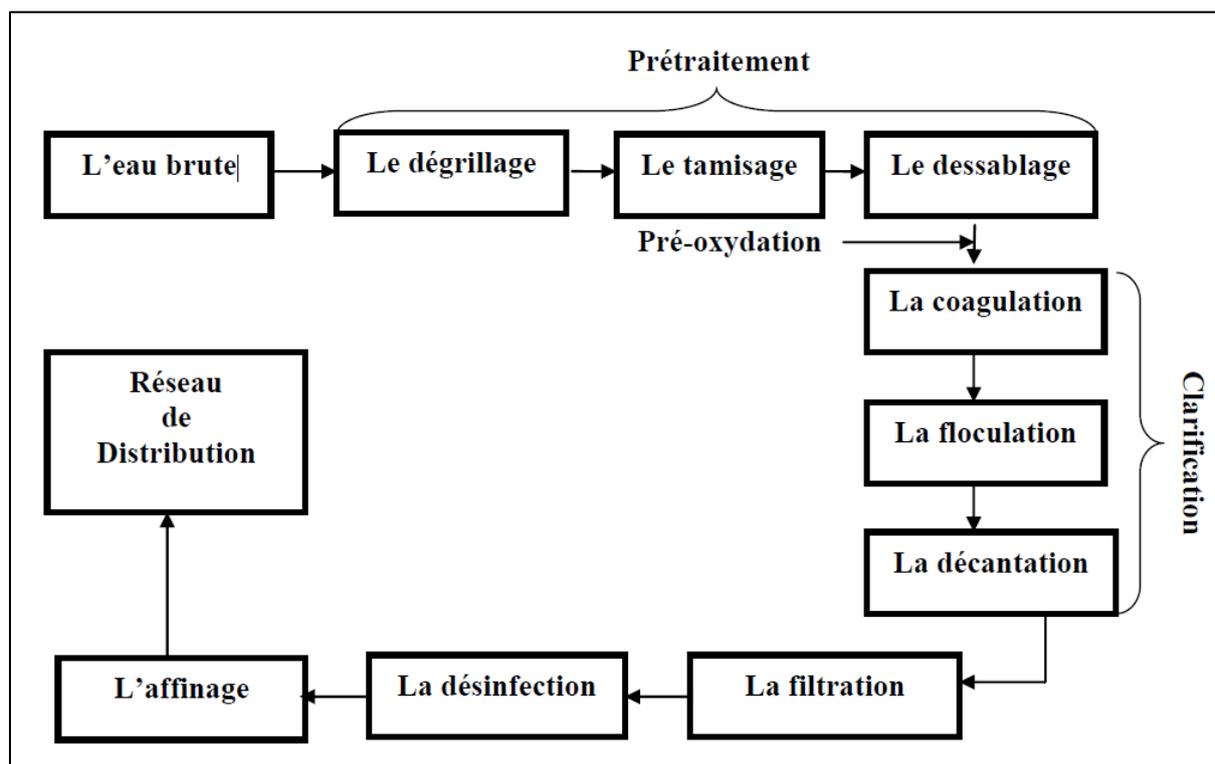


Figure n° 6 : Etapes de traitement des eaux brutes (Glaude et Robert, 2001).

II.2.1.Prétraitement

Une eau, avant d'être traitée, doit être débarrassée de la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne pour les traitements ultérieurs. Pour cela, on effectue des prétraitements de l'eau de surface.

Les prétraitements sont principalement de trois types

- Le dégrillage.
- Le tamisage.
- Le dessablage.

a. Le dégrillage

Le premier poste de traitement, permet de retenir les matières volumineuses (flottantes, morceaux de bois, feuilles mortes...etc.) et d'empêcher la pénétration des poissons. Cette opération est à effectuer avant la station de pompage afin de protéger d'abord les pompes et ensuite d'alléger les étapes ultérieures de prétraitement (**Masson et al., 1999**)(figure n°7).



Figure n°7 : La dégrillage

Source : (<http://traitementeaux.e-monsite.com/pages/iii-procedes-de-traitement/iii-a-les-principaux-procedes-de-traitement-physique/1-le-pretraitement.html>)

b.Le tamisage

C'est une opération préconisée sur les eaux peu chargées en matières en suspension avant leur traitement (**Bourrier et Selmi, 2011**). Il permet d'éliminer des objets plus fins que ceux éliminés par le dégrillage. Il s'agit de feuilles ou de morceaux de plastique par exemple (**Kettab, 1992**).

c.Le dessablage

Il consiste à l'élimination des sables présent dans les eaux brutes, c'est une opération indispensable pour :

- Eviter les dépôts dans les aménagements et installations ;
- Protéger les pompes et les autres organes mécaniques contre l'abrasion ;
- Eviter de perturber les autres stades de traitement (**Bassompierre, 2007**) (**figure n°8**).



Figure n°8 : Le dessablage

Source : (<http://m.20-bal.com/buhgalteriya/10598/index.html?page=4>)

II.2.2. Pré-oxydation

La pré-oxydation des eaux brutes, en particulier les eaux provenant de barrages réservoirs en voie d'eutrophisation, qui présentent une teneur élevée en matière organique du type substance humique, en azote ammoniacal (NH_4), une turbidité et une faible minéralisation. elle améliore le processus de coagulation et floculation et la décantation (**Bourrier et Selmi, 2011**).

les composés les plus souvent utilisés sont des agents chlorés : le chlore gazeux (Cl_2), l'hypochlorite de sodium ou « eau de javel » (NaClO), le dioxyde de chlore (ClO_2), l'ozone (O_3) et le permanganate de potassium (KMnO_4). Le choix de l'oxydant dépend de la qualité des eaux brutes utilisées et des objectifs que l'on veut atteindre (**Jestin, 2006**). le chlore est le réactif le plus économique, mais il a comme inconvénient, la formation avec certains micropolluants des composés organochlorés du type chloroforme ou des Composés complexes avec les phénols du type chlorophénol dont le goût et l'odeur sont désagréables (**Masson et al., 1999**).

II.2.3. La clarification

La clarification est l'ensemble des opérations permettant d'éliminer les matières en suspension (MES) d'une eau brute ainsi que la majeure partie des matières organiques. La clarification comprend les opérations de coagulation, floculation, décantation et filtration (**Bassompierre, 2007**).

a. La coagulation

Généralement le processus de coagulation est appliqué directement à l'eau brute. De ce fait, il est avec l'oxydation, l'un des procédés les plus importants dans les filières de traitement des eaux de surface.

fondamentalement, la coagulation implique l'élimination des particules colloïdales c'est-à-dire les particules en suspension qui ont dimensions moyennes de 5 à 200 nm. Ce processus résulte de l'addition des réactifs chimiques (appelés coagulants) dans des dispersions aqueuses afin d'assembler en agrégats plus gros, les fines particules dispersées (**Masschelein, 1996**). Les principaux coagulants chimiques utilisés sont à base d'aluminium ou de fer. Les principales formes chimiques utilisables et disponibles de ces métaux sont le sulfate d'aluminium (Al_2SO_4 , appelé également alun), le sulfate de fer ($FeSO_4$) et le chlorure de fer ($FeCl_3$). Ces différents produits sont le plus souvent commercialisés sous forme de cristaux. Une agitation de l'eau pendant plusieurs minutes accélère l'agrégation des particules solides qui peuvent alors décanter (**Desille, 2012**).

b. La floculation

Lors du processus de floculation, les fines particules dispersées sont combinées en agglomérats plus gros qui peuvent être éliminés par un processus subséquent tel la décantation ou la filtration. La floculation est déterminée par le contact entre particules qui conduit à la croissance en taille et la diminution en nombre des particules en solution (**Masschelein, 1996**).

Elle est réalisée par une agitation lente qui permet, grâce à l'injection d'un réactif appelé « floculant » l'agglomération des flocs et donc leur grossissement. Les floculants généralement utilisés sont la silice activée, les alginates de sodium, les poly électrolytes...etc. (**Jestin, 2006**).

c. La décantation

La décantation est un procédé qu'on utilise pratiquement dans toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux. Elle a pour but d'éliminer les particules en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau. Ces particules sont en générale des particules de flocc ou des particules résultant de la précipitation qui a lieu lors des traitements d'adoucissement ou d'élimination du fer et du manganèse (**Desjardins, 1997**). Les matières organiques ou minérales grenues et les matières floculeuses chutent au fond du bassin de décantation et constituent des boues qui sont extraites périodiquement. L'eau clarifiée, située près de la surface, est dirigée vers l'unité de filtration (**Bourrier et Selmi, 2011**) (**figure n°9**).

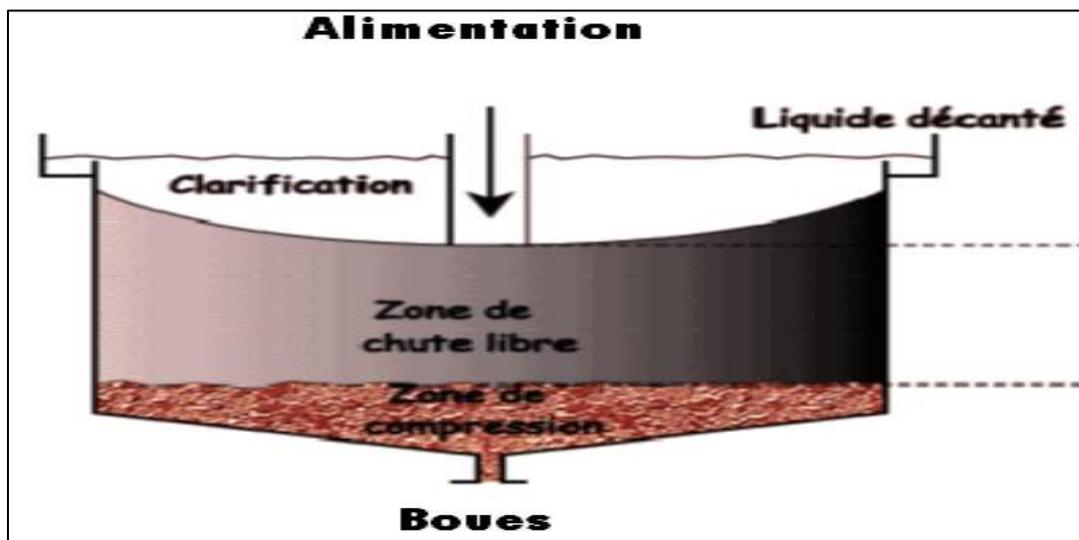


Figure n° 9: La décantation

Source : (http://www.azprocede.fr/Cours_GC/decantation_continue.html)

d . La filtration

La filtration est un procédé de séparation solide/ liquide qui utilise le passage à travers un milieu poreux (le plus courant est le sable) qui retient les particules en suspension dans l'eau brute ou l'eau prétraitée (floculée et décantée), mesure que les particules solides atteignent la couche filtrante et absorbent les matières minérales ou organiques qui arrivent ultérieurement (**Degremont, 2005**). Ceci peut conduire à la formation d'un film biologique. Avec le temps, il y a diminution du diamètre des pores du filtre, on dit qu'il y a colmatage.

D'une façon générale, on distingue deux types de filtration :

- La filtration lente qui a l'avantage d'être une opération facile mais présentant plusieurs inconvénients tels que la nécessité d'une grande surface et l'exigence d'une eau dont la turbidité est faible.

- La filtration rapide, qui en revanche est une opération relativement complexe mais palliant aux inconvénients de la première (**Desjardins, 1997 ; Degremont, 2005**).

II.2.4. La désinfection

La désinfection est sans aucun doute l'étape la plus importante du traitement de l'eau destinée à la consommation (**OMS, 2000**). C'est un traitement qui permet de détruire ou d'éliminer les microorganismes susceptibles de transmettre des maladies hydriques. Ce traitement n'inclut pas nécessairement la stérilisation, qui est la destruction totale des organismes vivants dans un milieu donné. On peut procéder à la désinfection en ajoutant à l'eau une certaine quantité d'un produit chimique doté de propriétés germicides. Les produits chimiques les plus utilisés sont : le chlore, le dioxyde de chlore, l'ozone, le brome, l'iode et le permanganate de potassium. On peut également désinfecter l'eau grâce à des moyens physiques : ébullition, ultrasons, ultraviolets ou rayons gamma (**Desjardins, 1997 ; Bourrier et Selmi, 2011**).

II.2.5. L'affinage

Pour un perfectionnement de la qualité de l'eau traitée, on procède à l'affinage visant à éliminer les micropolluants qui existent déjà dans l'eau ou qui se sont formés au cours du traitement et qui n'ont pas été totalement abattus par la coagulation-floculation et améliorer ainsi la qualité organoleptique de l'eau (**Degremont, 2005**).

Cet affinage est réalisé par le phénomène d'adsorption, généralement sur le charbon actif. Celui-ci est utilisé soit en poudre au cours de la floculation et sera par la suite évacué avec la boue, soit sous forme de grains, habituellement utilisé après filtration sur sable (**Jestin, 2006 ; Masschelein, 1996**).

1.1. Présentation de la région d'étude

1.1.1. Situation géographique :

Le barrage de Tilesdit est situé dans la partie Est de la wilaya de Bouira à environ 25 km du chef-lieu. Il est constitué d'une cuvette attaché administrativement à trois communes de la wilaya de Bouira : commune de Bechloul , d'El Asnam et de Hizer .Ce barrage reçoit l'eau à partir d'Oued Ed- House dénommé récemment Oued Sahel .

Il a été mis en service pour la première fois en 2008 et couvre par son réseau d'alimentation 12 communes de la wilaya de Bouira. Aujourd'hui, il satisfait de nombreux usages en alimentant les agglomérations voisines pour sécuriser l'alimentation en eau potable, en irriguant les périmètres agricoles sur une surface de 3800 hectares et en constituant de plus un lieu de plaisance et d'éco-tourisme pour la population locale. Ce barrage conçu en terre à noyau argileux a un volume des remblais qui peut atteindre les 3 360 000 m³ .

1.1.2. Fiche technique du barrage :

Les principales caractéristiques du barrage Tilesdit sont résumés dans le tableau n°4 :

Tableau n°II : fiche technique du barrage

Barrage	Tilesdit
Wilaya	Bouira
commune	Bechloul
Oued	Edhous
Type	Barrage en terre
Déversoir	A ciel ouvert
Année de mise en eau	2004
Capacité initial	165 ,550 hm ³
Précipitation (moyenne annuelle)	655mm /an
Cote retenue normal	454 , 30m
Surface du plan d'eau	733 ,444ha
Surface du bassin versant	843km ²



Figure n °10 : Barrage Tilesdit.

Source : (<http://www.bouira.net/ath-laaziz-115-millions-de-dinars-supplementaires-raccordement-barrage-tilesdit/>)



Figure n° 11 : Localisation géographique du barrage de Tilesdit (image google earth)

Matériel et méthodes**1.2. Objectifs**

Ce travail a comme objectif de vérifier et d'estimer la qualité bactériologique de l'eau brute provenant du barrage Tilesdit, l'eau du réservoir servant au stockage de l'eau du barrage après traitement et l'eau distribuée destinée à la consommation humaine provenant du réservoir de stockage et distribuée dans les régions de Bouira et la commune de Bordj Khris (Ahle El kasr ,Bechlule et EL Asnam) au niveau du laboratoire de l'unité de l'Algérienne Des Eaux (A.D.E) de la wilaya de Bouira .

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Les organismes pathogènes sont très nombreux et très variés et ne peuvent donc pas faire l'objet d'une recherche spécifique. Pour ces différentes raisons, il est préférable de rechercher des germes qui sont toujours présents en grand nombre dans les matières fécales des hommes et des animaux à sang chaud, qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur qui sont : les Germes totaux, les Coliformes totaux, les Coliformes fécaux, les Streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs

Les analyses bactériologies consistent à rechercher conformément à la réglementation nationale (JOA N °35 du 1998) :

- Les coliformes totaux et fécaux
- Les streptocoques fécaux
- La flore mésophile totale
- Les Clostridium sulfito-réducteurs

1.3. Matériel

- Rampe de filtration.
- Membrane filtrante (pore 0.45 Um).
- Pince.
- Bec Bunsen.
- Pipettes pasteurs.
- Milieu ENDO (sélectif).
- Milieu TSI.
- Milieu Schubert.

- Réactif de Kovacs.
- Un flacon d'eau à analyser.
- Milieu de Slanetz.
- Milieu de BEA.
- 1 flacon de BCPL (Bouillon lactose au pourpre de bromocresol) double concentration (D/C) de 50ml.
- 5 tubes de (BCPL) double concentration (D /C).
- 5 tubes de (BCPL) simple concentration (S /C).
- Milieu de confirmation : milieu Schubert muni d'une cloche.
- Réactif de kovacs pour la recherche d'indole.
1 flacon de 50 ml du milieu Rothe (bouillon a l'acide de sodium double concentration).
 - 5 tubes de 10 ml du milieu de Rothe de double concentration.
 - 5 tubes de 10 ml du milieu rothe de simple concentration.
 - Tubes de milieu d'EVA LITSKY (bouillon a l'acide de sodium et a l'éthyle violet).
 - Gélose Glucosée tryptonée à l'extrait de levure et agar TGEA.
 - Boîtes de pétrie vides.
 - Gélose viande foie (VF).
 - Additifs de sulfite de sodium.
 - Additif d'alun de fer.

1.4. Méthodes de prélèvement

1.4.1. Lavage et stérilisation

Les prélèvements bactériologiques sont recueillis dans des flacons de 250 ml soumis à un nettoyage rigoureux et à une bonne stérilisation :

Ces flacons sont plongés pendant 24 heures dans de l'eau contenant un détergent. Après ce temps, un rinçage à l'eau du robinet suivi de 3 à 4 rinçages avec de l'eau distillée sont réalisés. Quelques goûtes de thiosulfates de sodium sont mise par la suite pour éliminer la fonction du chlore. Les flacons sont sechés dans l'autoclave à 170 °C pendant 2 h .

(figure n°12)

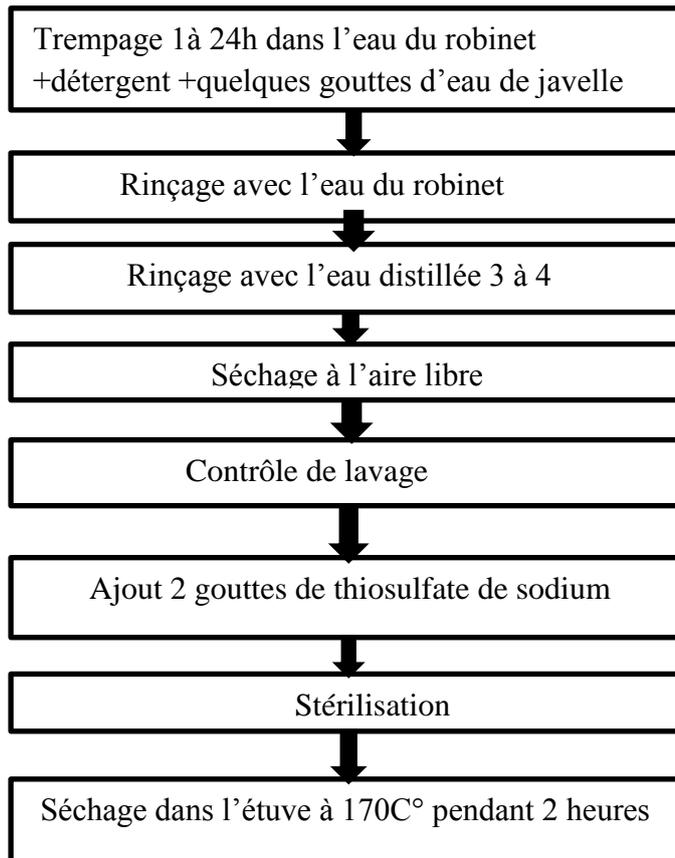


Figure n°12: Technique de stérilisation des récipients

1.4.2. Mode de prélèvement

L'échantillonnage représente l'étape la plus importante lors d'une analyse bactériologique. Des résultats corrects et représentatifs ne peuvent être prononcés que si les échantillons ont été correctement prélevés, c'est-à-dire de façon à représenter le plus exactement le milieu d'où provient l'eau.

Les modes opératoires du prélèvement varient suivant la source d'eau : Dans le cas des eaux distribuées par canalisation.

Le prélèvement se fait à partir d'un robinet, la manipulation s'effectue comme suit :

- Se laver soigneusement les mains.
- Ouvrir le robinet et laisser couler l'eau 2 minutes. Fermer le robinet.
- prendre une pince en fer enrobée de coton et d'alcool, flamber énergiquement l'orifice du robinet pendant 1 minute.

- ouvrir le robinet et laisser l'eau couler pendant 2 à 3 minutes pour le refroidir avant de faire le prélèvement.
- Prendre le flacon et flamber rapidement le bord du goulot et remplir avec l'échantillon.
Ne pas remplir entièrement. Flamber une deuxième fois le goulot et bien fermer.
- envelopper le bouchon de papier aluminium.
- Etiqueter le prélèvement et inscrire sur un cahier.
 - Pour l'eau brute et l'eau du réservoir , elles sont directement introduit dans les flacons stériles

1.4.3. Conservation et transport au laboratoire

Pour éviter toute modification que peut subir l'eau dans le flacon, l'analyse doit être faite très rapidement pendant les 24 heures qui suivent le prélèvement.

Le transport des échantillons doit se faire obligatoirement dans une glacière à une température variant entre 4 et 6 °C.

1.5. Nombre d'échantillons prélevés et analysés

Un nombre global de **205 échantillons** ont été prélevés et analysés englobant les trois catégories : eau brute, eau du réservoir et eau distribuée. La répartition des échantillons selon leur provenance ainsi que la fréquence des prélèvements sont représentés dans le tableau N°5. Les analyses ont été réalisées suivant les recommandations de la réglementation nationale, à savoir, les règlements de journal officiel algérien N°18 (**Tableau N°V**) et N°35 (**TableauN°VI**)

Tableau n°III : Nombre d'échantillons prélevés par région et fréquence des prélèvements.

		Nombre des échantillons	Fréquence d'analyse	Paramètres analysés	Normes
L'eau brute	Barrage	1	Un prélèvement par mois	Les coliformes totaux et fécaux	NF EN ISO 9308
L'eau traitée	Réservoir	4	Un prélèvement par semaine	Les streptocoques fécaux La flore mésophile totale Les Clostridium sulfito-réducteurs	- NA 765, ISO 7899. - NF EN ISO 6222 - ISO 6461
L'eau distribuée	Ahl El Kasr	42	4 prélèvements par mois	Les coliformes totaux et fécaux Les streptocoques fécaux	-NF EN ISO 9308 - NA 765, ISO 7899.
	Bechlule	39	3 prélèvements par mois		
	EL Asnam	35	2 prélèvements par mois		
	Bouira	84	10 prélèvements par mois		

1.6. Types d'analyse bactériologique

- Analyse bactériologie complète : consiste à rechercher les coliformes totaux et fécaux ; les streptocoques fécaux ; la flore mésophile totale et les clostridium sulfito-réducteurs en utilisant la technique des tube multiple. Ce type d'analyse est réalisé sur l'eau brute et l'eau traitée du réservoir.
- Analyse bactériologie réduite : consiste à rechercher les coliformes totaux, fécaux et les streptocoques fécaux en utilisant la technique de filtration sur membrane. Ce type d'analyse est réalisé sur l'eau distribuée. (tableau n°VI)

Tableau n °IV : Type d'analyse bactériologique.

Type d'analyse	Analyse bactériologique réduite	Analyse bactériologique complète
technique	sur membrane filtrante : (milieu solide)	tubes multiples (milieu liquide et solide)
germes recherchés	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Les coliformes totaux et fécaux ;</i> • <i>Les streptocoques fécaux ;</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Les coliformes totaux et fécaux ;</i> • <i>Les streptocoques fécaux ;</i> • <i>La flore mésophile total (milieu solide)</i> • <i>Clostridium sulfito réducteurs (milieu solide)</i>
Le type de prélèvement	L'eau distribuée	L'eau brute L'eau du réservoir traitée

1.6.1. Analyse bactériologie réduite(sur membrane filtrante)

1.6.1.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux

La recherche et le dénombrement des coliformes totaux sont réalisés selon la norme ISO 9308



Figure n° 13 : Rampe de filtration

- **Mode opératoire**

- Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse (en ouvrant le robinet pour aspirer la flamme) et le réservoir.
- Laisser refroidir.
- Prélever une membrane de son emballage à l'aide d'une pince (flambée et refroidie).
- Poser la membrane sur la plaque poreuse de la rampe de filtration.
- Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser.
- Verser stérilement la quantité d'eau désirée (100ml).
- Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler.
- Dès que la membrane paraît sèche enlever le réservoir et prélever la membrane avec Une pince stérile.
- Déposer la membrane sur le milieu sélectif (gélose ENDO).
- Incuber à 37°C pendant 24 heures le couvercle vers le bas (**figure n°14**) .

- **Lecture**

Après incubation, les boîtes considérées comme positives présentent des colonies rouges dans toutes la surface (**figure n° 15**) .

- **Expression des résultats :**

Le nombre de colonies est noté .Si les tests de confirmation sur TSI sont positif ,le première sera utilisé pour l'expression des résultats .

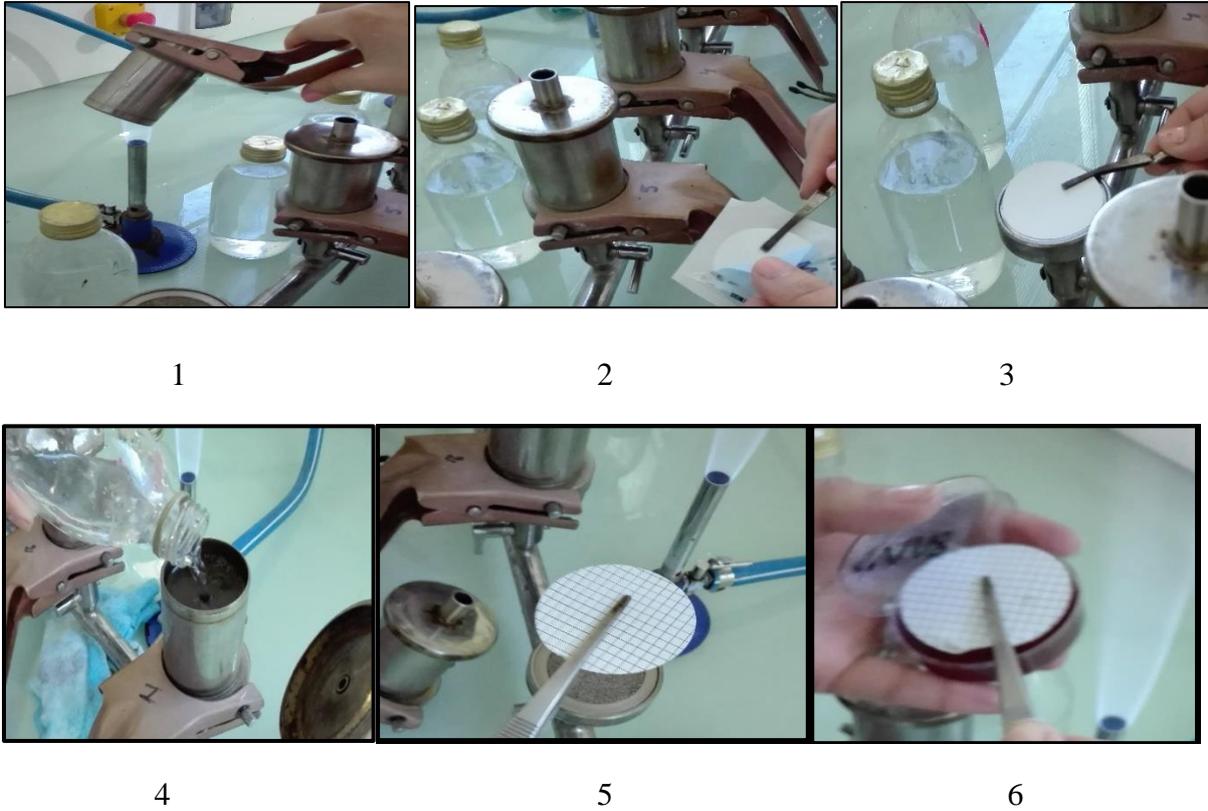


Figure n°14 : photos montrant le mode opératoire de la recherche et dénombrement des coliformes totaux sur membrane filtrante.

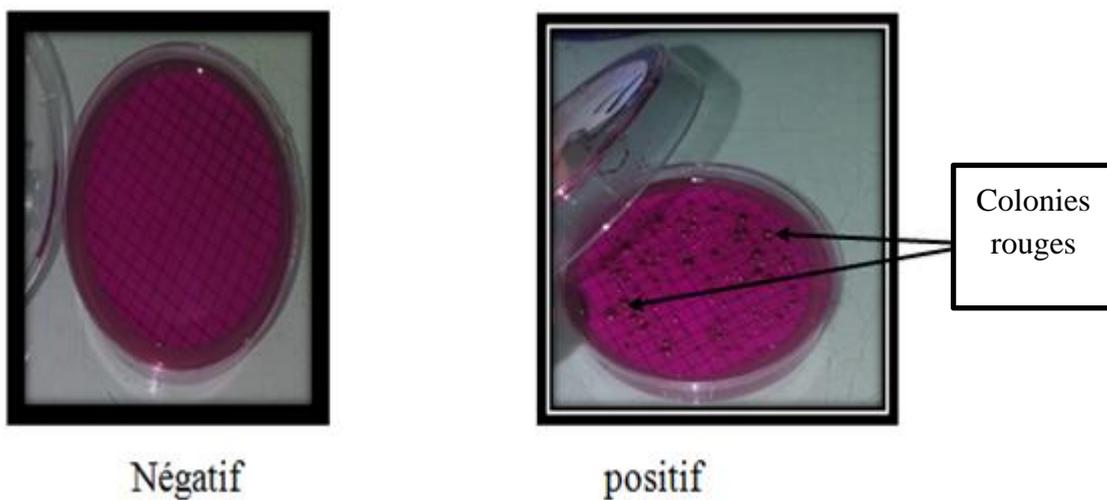


Figure n° 15 : Aspect des colonies sur le milieu ENDO

- **Test de confirmation**

Sur le milieu TSI en tube, inoculer une colonie isolée sur le milieu ENDO à l'aide d'une pipette pasteur stérile en réalisant des stries sur la surface de la gélose (plan incliné) et une piqure centrale sur toute la profondeur de tube. Incuber à 37°C pendant 24 heures

(figure n°16) .

- **Résultat :**

Les tubes de TSI présentant un changement de couleur avec production de gaz sont considérés comme étant positif c'est-à-dire présence de coliforme totaux.

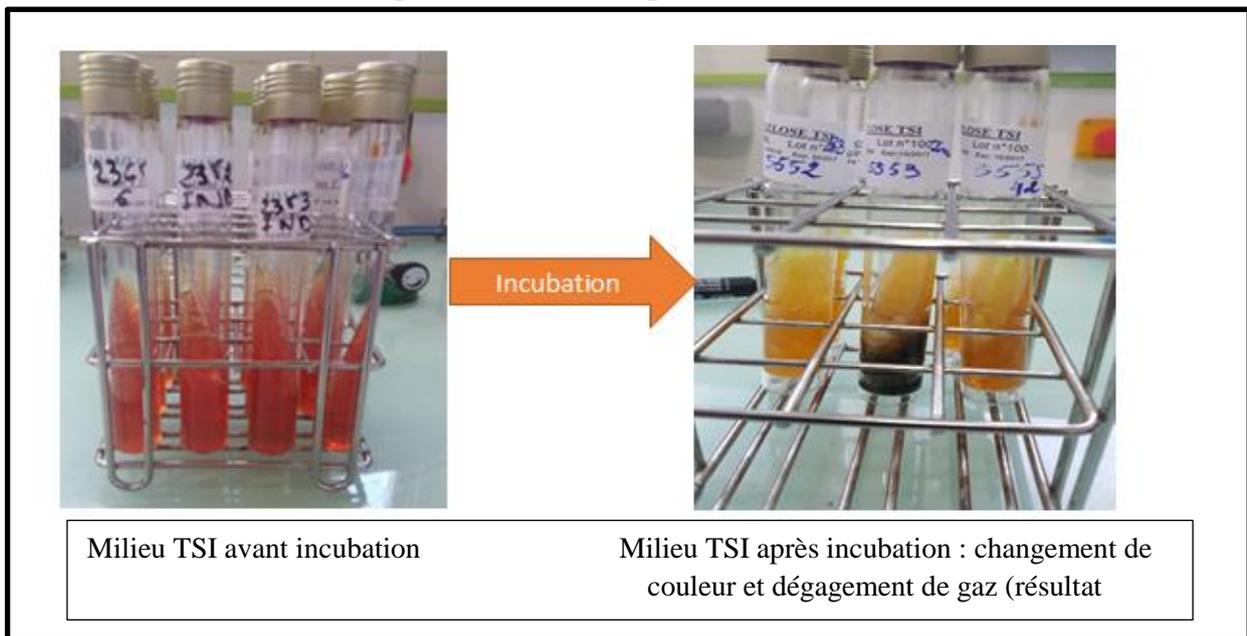


Figure n°16 : Tubes de TSI avec un résultat positif (présence de coliformes totaux)

- **Expression des résultats :**

Si le test de confirmation est positif, le nombre des coliforme totaux par ml correspond au nombre de colonies dénombrées sur milieux ENDO.

1.6.1.2. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (selon la norme ISO 9308)

Retenir les tubes TSI ayant donnés un résultat positif ;

- Inoculer le contenu de chaque tube de TSI positif sur un tube de Schubert en versant le contenu de ce dernier dans le tube de TSI puis renverser l'inoculum dans le tube de Schubert.
- Incuber à 44°C pendant 24 heures (**figure n°17**) .

- **Lecture des résultats**

Après 24 heures d'incubation, les tubes considérés comme positifs (présence de coliformes fécaux) présentent un trouble avec une présence de gaz dans la cloche .

- **Expression des résultats :**

Le nombre des coliforme fécaux par ml correspond au nombre de colonies dénombrées sur milieu ENDO .

Recherche *Escherichia-coli*

- Les tubes du milieu Schubert ayant donné un résultat positif sont retenus.
- On rajoute à chaque tube deux gouttes de réactif de KOVACS(**figure n°17**) .

- **Lecture**

Si un anneau rouge apparaît, le tube est considéré comme positif (présence d'*E. Coli*).

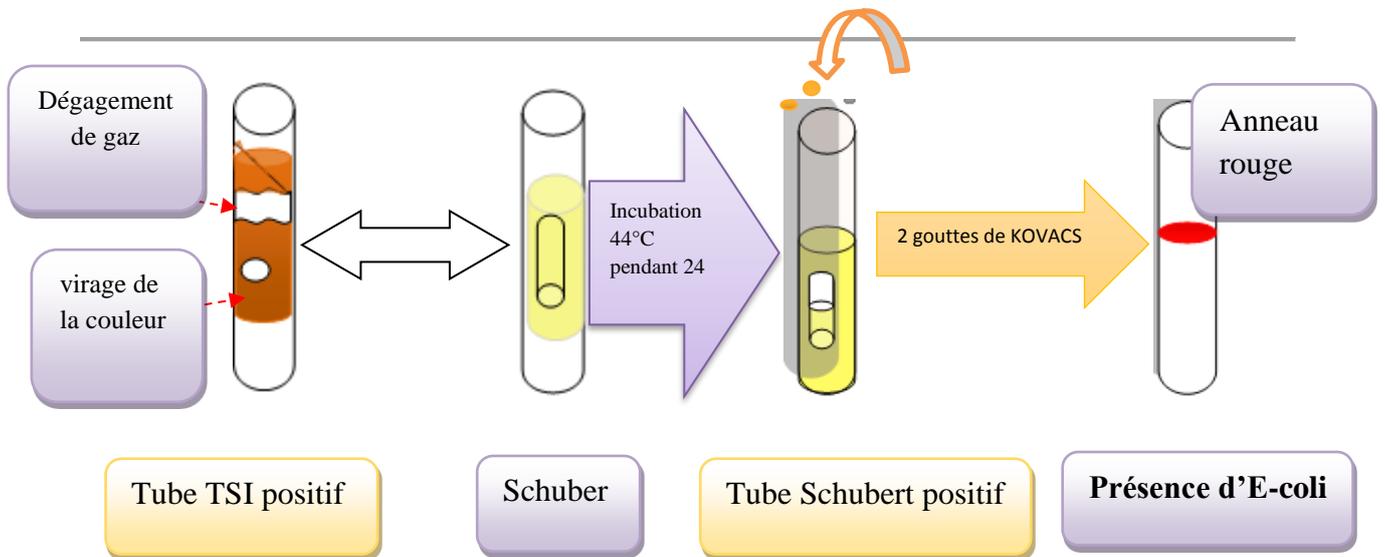


Figure n°17 : Recherche des coliformes fécaux et *E.coli* sur milieu Schubert.

1.6.1.3. La recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

La recherche et dénombrement des streptocoques fécaux sont réalisés selon la norme **NA 765, ISO 7899**.

- **Mode opératoire**

Suivant la même technique que celle utilisée pour la recherche des coliformes. L'eau est filtrée sur la membrane. Cette dernière est déposée sur milieu Slanetz.

Une incubation à 37°C pendant 48 heures est réalisée (**figure n° 18**).

- **Lecture**

Après incubation, les boîtes considérées comme positives présentent des colonies rose à marrons avec un diamètre de 0,5 à 2 mm (colonies de streptocoques fécaux).

- **Test de confirmation**

Les boîtes positives sont retenues.

Prélever la membrane du milieu Slanetz et la déposer sur le milieu BEA. Incuber à 44°C pendant 2heurs (**figure n° 18**).

- **Lecture**

La présence d'un noircissement indique la présence des streptocoques fécaux.

Toutes ces colonies sont comptées pour le calcul de la charge bactérienne.

- **Expression des résultats :**

Le résultat est donné en nombre de germes par 100 ml.

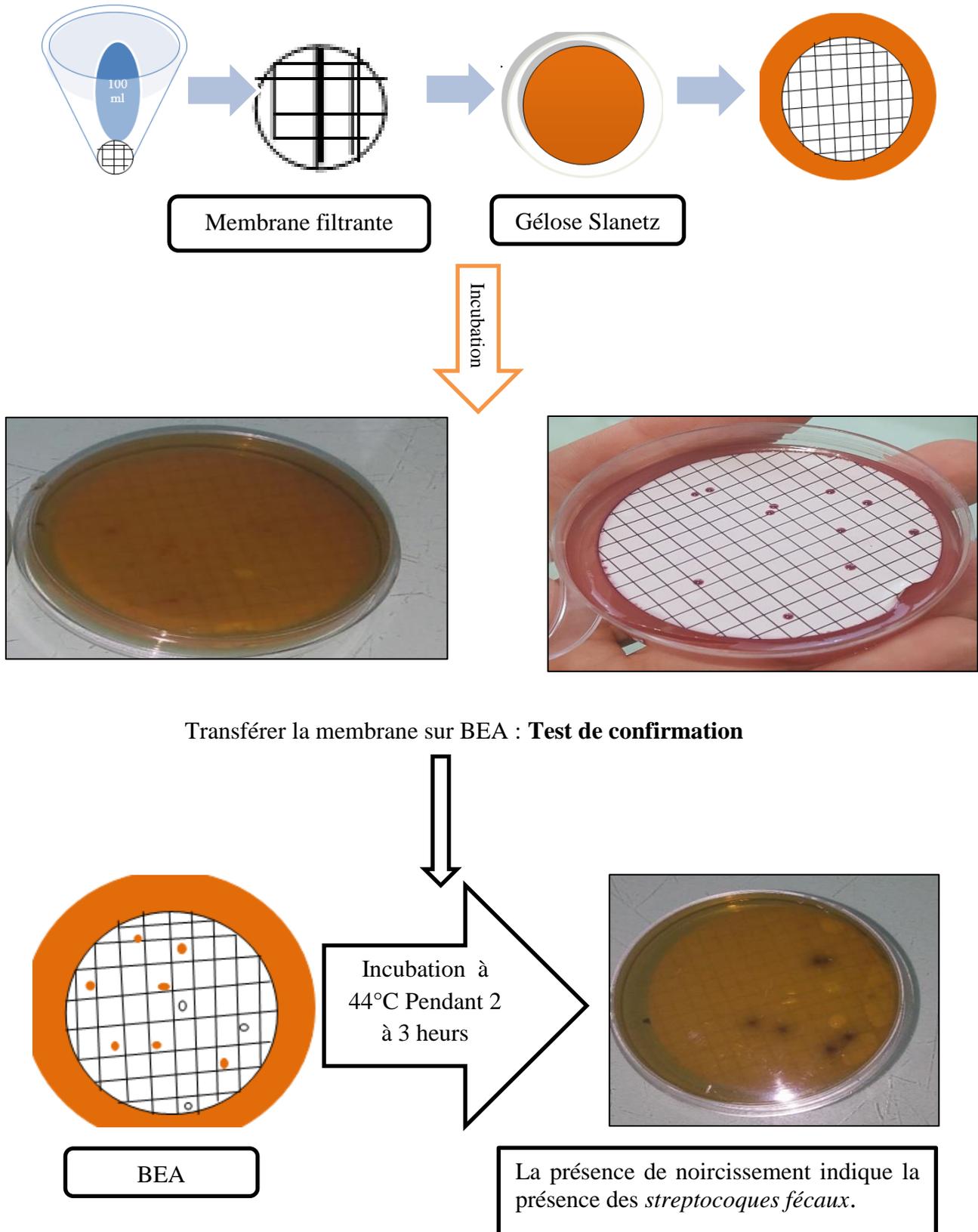


Figure n° 18: Recherche des *streptocoques fécaux* en utilisant les milieus Slanetz et BEA

1.6.2. Analyse bactériologie complète (Technique des tubes multiples)

1.6.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux selon la norme NF EN ISO 9308

- **Mode opératoire : Test de présomption**

La recherche et le dénombrement sont effectués en utilisant le bouillon BCPL.

Tous les tubes sont munis de cloches de durham pour déceler le dégagement de gaz dans le milieu.

On ensemence :

- 1 flacon de 50ml de bouillon BCPL a doublé concentration avec 50ml d'eau à analyser.
- 5 tubes de 10ml de bouillon BCPL à D /C avec 10ml d'eau à analyser.
- 5 tubes de 10ml de bouillon BCPL à S/C avec 1ml d'eau à analyser.
- on agite pour homogénéiser en vidant l'air dans la cloche et on incube à 37°C pendant 48 heures (**figure n ° 19**) .

- **Lecture**

Après incubation, les tubes considérés comme positifs présentent un trouble dans toute la masse liquide avec virage du violet au jaune et un dégagement de gaz dans la cloche.

- **Expression des résultats des Coliformes totaux**

Le nombre des coliformes totaux par 100ml est obtenu en comptant le nombre de tubes positifs (dégagement de gaz et changement de couleur) . on se réfère à la table de Mac Grady qui nous donne le nombre le plus probable (NPP)

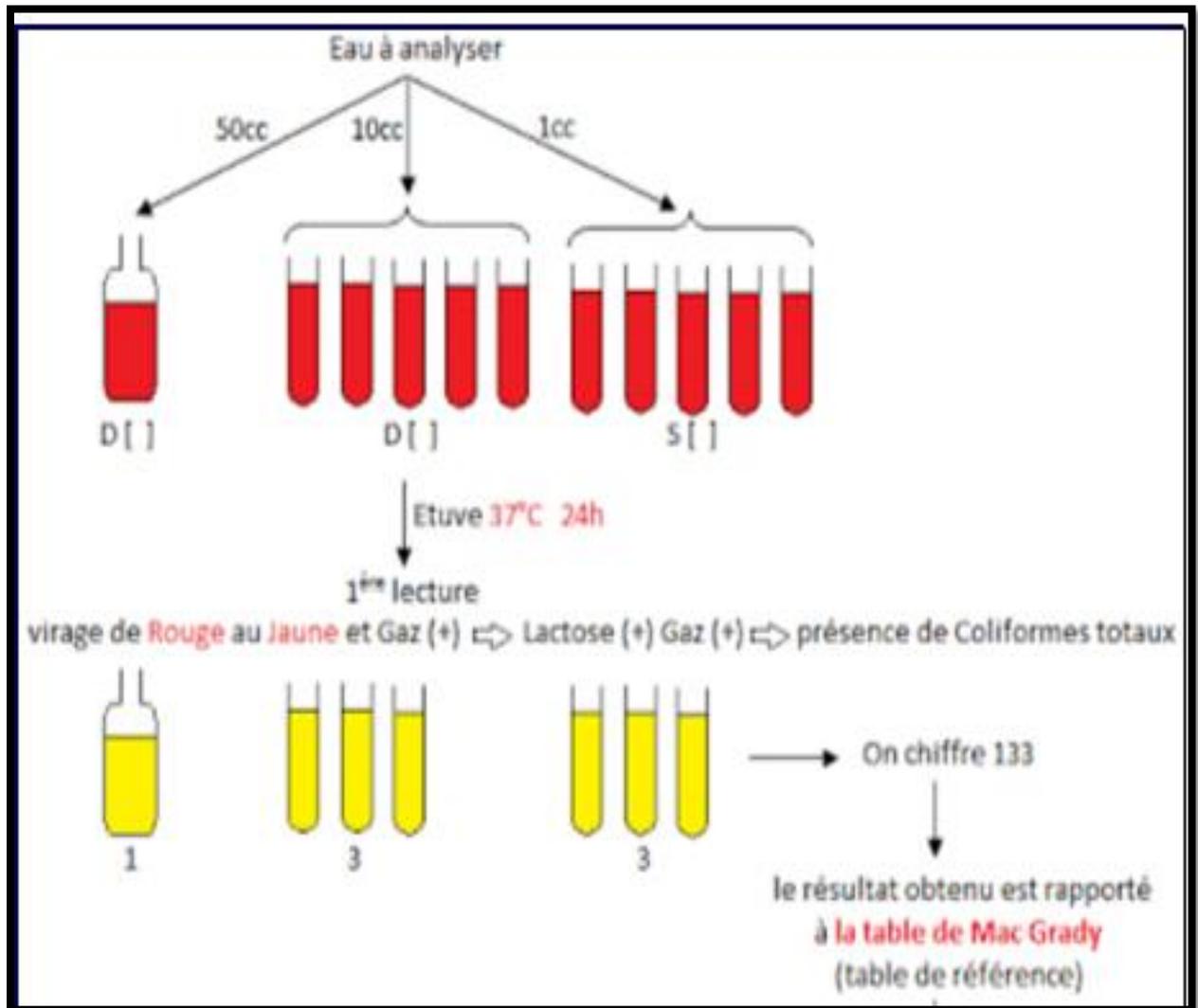


Figure n ° 19 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux par la technique des tubes multiples

1.6.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (test de confirmation) (norme NF EN ISO 9308)

A partir de chaque tube de BCPL positif pour la recherche des coliformes totaux, ensemencer 2 à 3 gouttes dans un tube du milieu de schubert muni d'une cloche de durham. Incuber à 44°C pendant 24 heures.

- **Lecture**

Après l'incubation, on considère comme positifs tous les tubes présentant à la fois un trouble avec un dégagement gaz.

- **Expression des résultats des Coliformes fécaux**

Le dénombrement des coliformes fécaux s'effectue de la même façon que celui des coliformes totaux en utilisant la table de Mac Grady.

Recherche *Escherichia coli* :

- Les tubes du milieu Schubert ayant donné un résultat positif sont retenus.
- On rajoute à chaque tube deux gouttes de réactif de KOVACS.

- **Lecture**

Si un anneau rouge apparaît, le tube est considéré comme positif (présence d'*E. coli* et production d'indole).

- **Expression des résultats des *Escherichia coli***

Le dénombrement de *E. coli* se fait en utilisant la table de Mac Grady.

1.6.2.3. La recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (NA 765, ISO 7899)

- **Méthode :**

On ensemence :

- Un flacon de 50 ml du milieu Rothe double concentration avec 50 ml d'eau à analyser.
- 5 tubes de 10 ml du milieu de Rothe double concentration avec 10 ml d'eau à analyser.
- 5 tubes de 10 ml du milieu Rothe simple concentration avec 1 ml d'eau à analyser.

On incube à 37°C pendant 48 heures.

- **Lecture :**

Les tubes présentant un trouble sont considérés comme positifs et sont soumis au test de confirmation.

- **Test de confirmation**

La confirmation est réalisée sur milieu EVA LITSKY.

Quelques gouttes sont prélevées du milieu Roth etensemencées sur le milieu de EVA LITSKY. Les tubes sont incubés à 37°C pendant 24 heures (**figure n° 20**).

- **Lecture**

Les tubes présentant un trouble et ou l'apparition d'une pastille violette au fond du tube traduisent la présence de streptocoques fécaux.

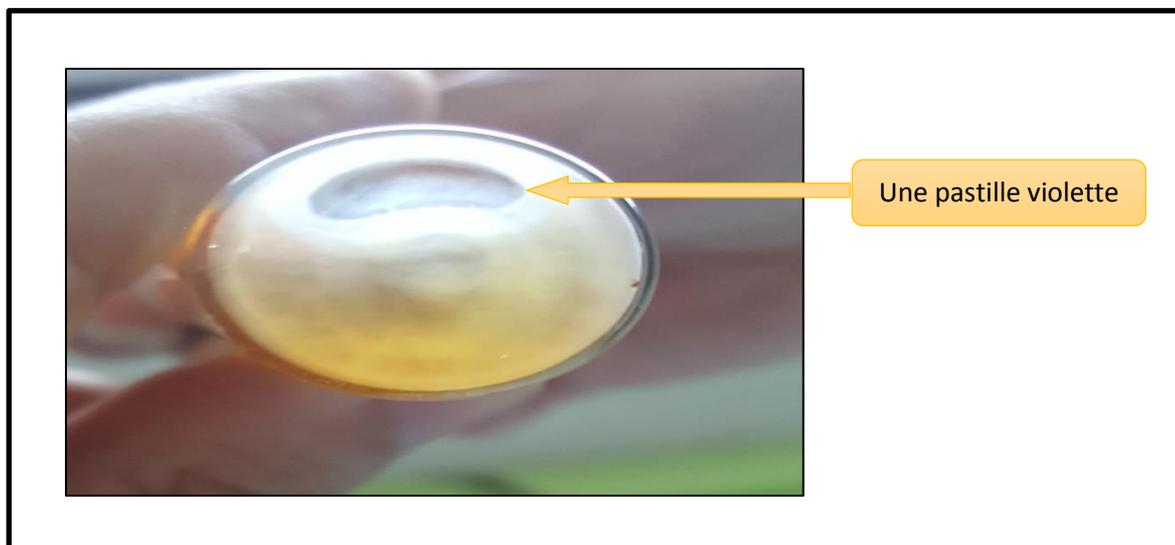


Figure n° 20: Tube d'EVA LITSKY positif au test de confirmation.

- **Expression des résultats**

Le nombre des streptocoques fécaux par 100ml est obtenu en comptant le nombre de tubes positifs dans chaque série et en se référant à la table de Mac Grady qui nous donne le nombre le plus probable (NPP)

1.6.2.4. Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale

(Selon la norme NF EN ISO 6222)

La recherche et le dénombrement de la flore mésophile totale sont réalisés selon la norme **ISO 7218 (octobre 2007)**

- **Mode opératoire :**

- On prend deux boites de pétrie stérile et on note sur chaque boite la date et la température d'incubation.
- Près d'un bec bunsen, on prélève 1 ml d'eau à analyser et on le met dans chaque boite.
- On verse environ 15ml de gélose TGEA sur chacune des boites.
- On agite doucement par un mouvement circulaire pour s'assurer que le mélange est bien homogène.

- On laisse la gélose se solidifier.
- On incube une boîte à 37°C pendant 48 heures et l'autre boîte à 22°C pendant 72 heures (**figure n°21**) .
- **Lecture :**
L'apparition des colonies blanches indique la présence de la flore mésophile totale.
- **Expression des résultats :**
Les résultats sont exprimés en nombre UFC par 1ml.

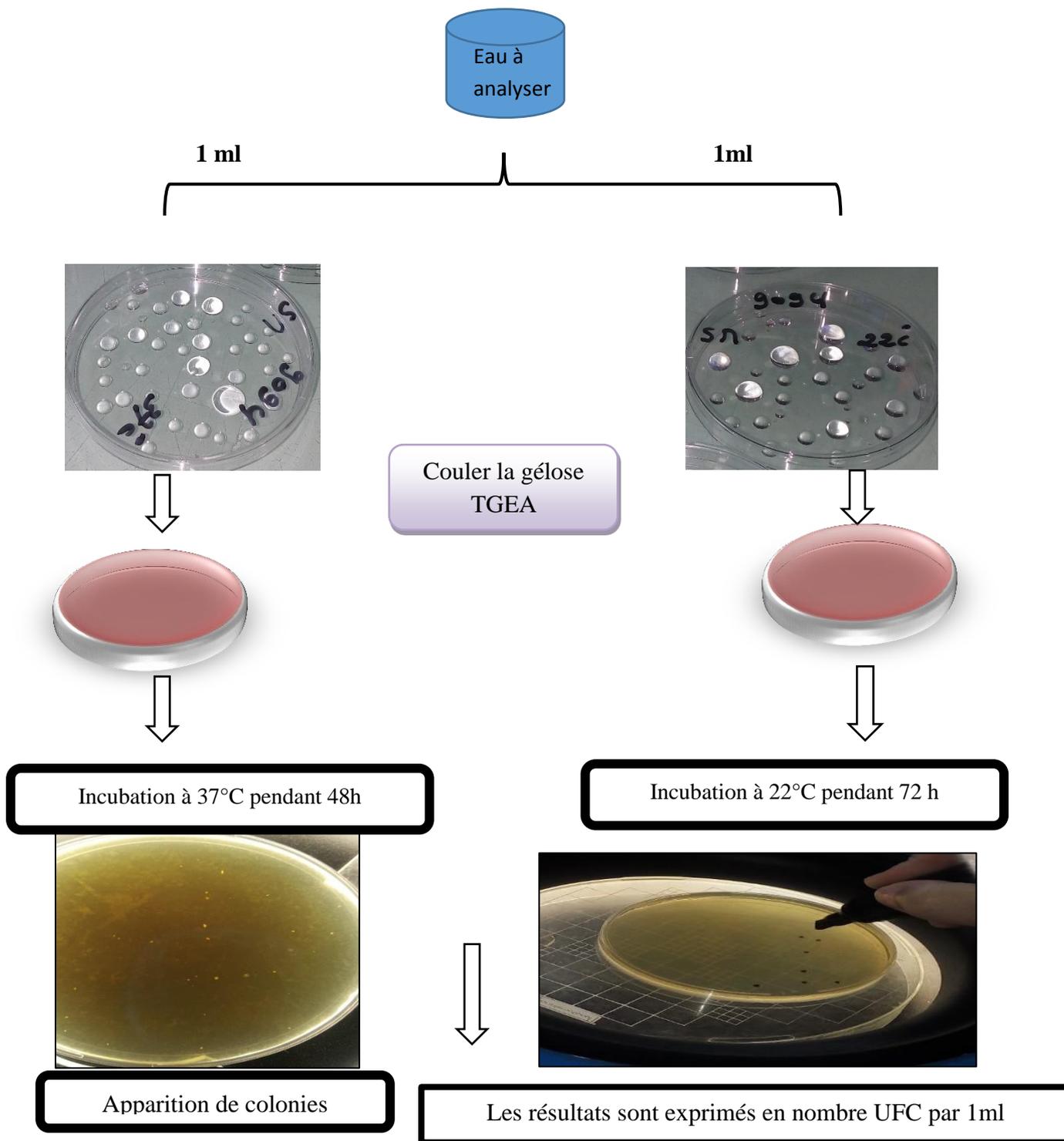


Figure n°21: Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale sur TGEA.

1.6.2.5. La recherche et dénombrement de Clostridium sulfito- réducteurs (norme ISO 6461)

La recherche et le dénombrement des spores de clostridium sulfito-réducteurs permettent de mettre en évidence un groupe de bactéries anaérobies caractérisées par la résistance de leurs spores et par un équipement enzymatique réduisant les sulfites en sulfures.

L'isolement de ces bactéries exige nécessairement :

- Un chauffage de l'échantillon d'eau pour détruire les formes végétatives des bactéries, tout en laissant subsister les spores revivifiables.
- Une revivification de ces spores dans un milieu de culture adapté, permettant de mettre en évidence l'action sulfito-réductrice

- **Mode opératoire**

On place les flacon au bain marie à 80°C pendant 10 minutes , puis on réalise un refroidissement brutal sous l'eau de robinet (choc thermique qui a pour but d'éliminer la forme végétative et garder la forme sporulée des bactéries sulfito-réductrices.)

Mettre en marche la rompe à eau.

- Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse (en ouvrant le robinet pour aspirer la flamme) et le réservoir.
 - Laisser refroidir.
 - Prélever une membrane de son emballage à l'aide de pince stérile (flambée et refroidie) et la poser sur la plaque poreuse de la rampe de filtration.
 - Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser.
 - Verser stérilement la quantité d'eau désirée.
 - Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler.
 - Retirer la membrane de à l'aide d'une pince stérile après filtration, puis la placer à l'inverse dans la boîte de pétri.
 - Couler la gélose viande foie (VF) sur la membrane.
 - couler une deuxième couche de gélose après refroidissement .
 - incuber à 37°C pendant 48 heures (**figure n°22**) .
- **Lecture et expression des résultats :**

Considérant comme résultant d'une spore de bactérie anaérobie sulfite-réductrice toute colonie noire entourée d'un halo noir. Le résultat est exprimé en nombre de spore par 100ml.

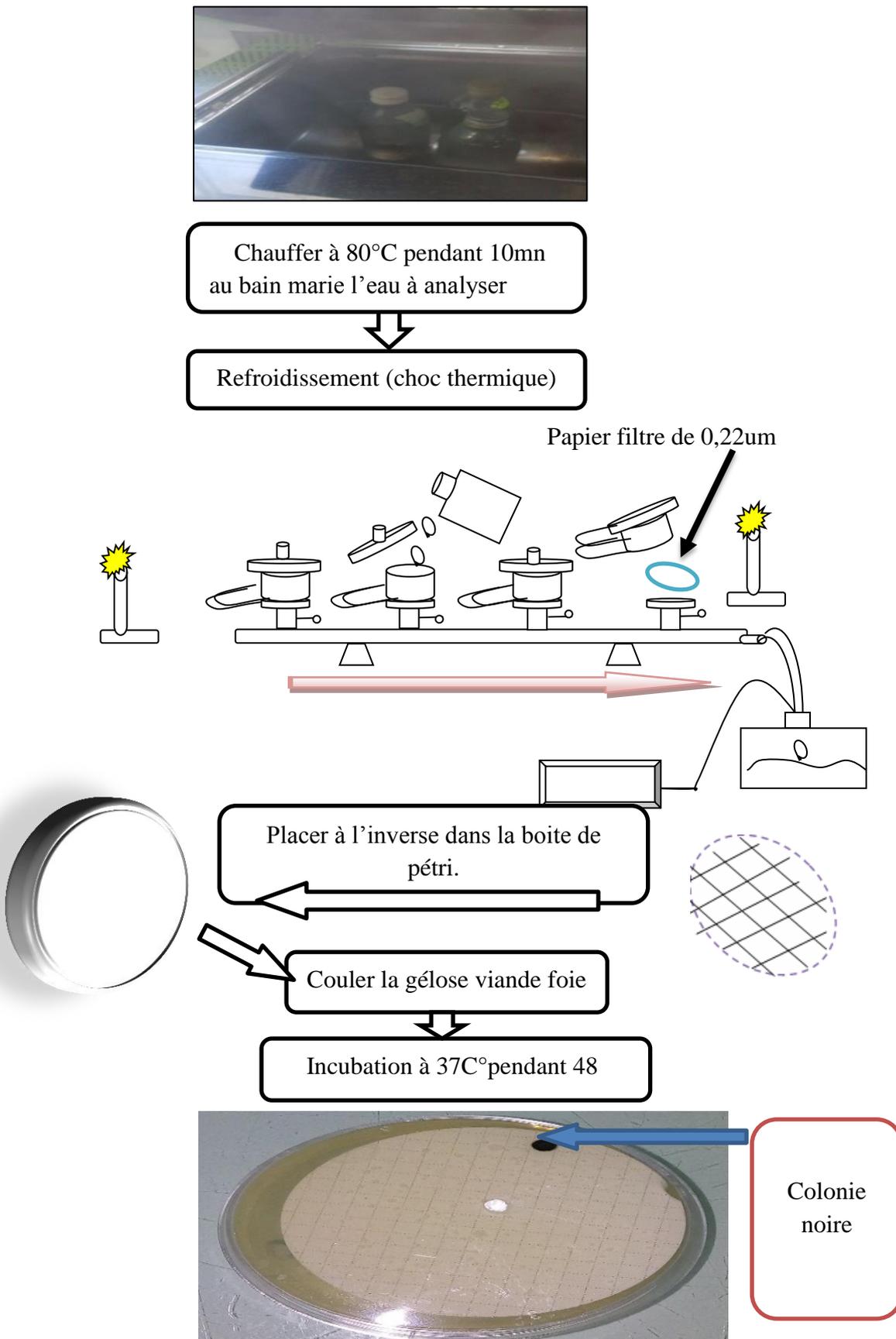


Figure n°22 : Recherche et dénombrement des Clostridium sulfite- réducteurs sur milieu VF.

2 .Résultats

Normes relatifs à la qualité de l'eau

Afin de définir régulièrement une eau potable, des normes ont été établies. Elles fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nuisibles et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne désigne donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur (Alouane, 2012).

La réglementation nationale est représentée par le

- **Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine paru au Journal Officiel De La République Algérienne N° 18 de 23 mars 2011.** Ce dernier stipule dans ces articles ce qui suit:

Article 1 . En application des dispositions de l'article 112 de la loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005, modifiée et complétée, susvisée, le présent décret a pour objet de fixer les paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine ainsi que les modalités de contrôle de conformité

Article 3. Au sens du présent décret, il est entendu par :

valeurs limites : valeurs maximales fixées pour certains paramètres chimiques, radionucléides et microbiologiques et dont le dépassement constitue un danger potentiel pour la santé des personnes ;

valeurs indicatives : valeurs de référence fixées pour certains paramètres organoleptiques et physico-chimiques à des fins de contrôle du fonctionnement des installations de production, de traitement et de distribution d'eau et d'évaluation des risques pour la santé des personnes.

Article 5. - La vérification de la conformité de l'eau de consommation humaine aux paramètres de qualité est effectuée au moyen d'analyses d'échantillons prélevés au niveau des points suivants :

- au compteur particulier pour les eaux fournies par un réseau public de distribution ;

-au point d'utilisation pour les eaux prélevées dans le domaine public hydraulique naturel en vue de la fabrication de boissons gazeuses et de glace ou de la préparation, du conditionnement et de la conservation de denrées alimentaires ;

-conformément à la réglementation en vigueur pour les eaux fournies à partir de citernes mobiles.

Annexe : résumé sous forme de tableau les paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine ainsi que les valeurs limites. Ils sont représentés dans le (**tableau n° V**).

Tableau n° V : paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine et leurs valeurs limites (JOA n° 18).

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres microbiologique	<i>Escherichia Coli</i>	n/100ml	0
	Entérocoques	n/100ml	0
	Bactéries sulfito-réductices y compris les spores	n/20ml	0

- **Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires paru au Journal Officiel De La République Algérienne N° 35 du 27mai 1998** . Ce dernier détermine les paramètres de qualité de l'eau distribuée traitée et leurs valeurs limites. ces derniers sont résumés dans le (**tableau n° VI**).

Tableaux n° VI : paramètres de qualité de l'eau distribuée traitée et leurs valeurs limites (JOA n° 35).

GROUPE DE PARAMETRES	Paramètres	Unités	Valeur limitant (JOA N°35)
Paramètre bactériologique	<i>coliformes totaux et fécaux</i>	nb/100ml	0
	<i>Streptocoques fécaux</i>	nb/100ml	0
	<i>Escherichia coli et entérocoques</i>	nb/100ml	0
	<i>Clostridium Sulfito Réducteurs</i>	nb/100ml	0
	<i>Germes totaux à 37 °C et à 22 °C</i>	nb /ml nb/ml	20 < 100

2.1. Les résultats des analyses bactériologiques complètes pour l'eau brute et l'eau traitée du réservoir :

Les résultats des analyses bactériologiques complètes pour l'eau brute et l'eau traitée du réservoir sont représentés respectivement dans(**les tableau n° VIIet VIII**).

Tableau N° VII : résultats des analyses bactériologiques complètes de l'eau brute.

Prélèvement		Germes recherchés						
La date	Unité	CT	C.Th.T	E.coli	Strep	GT à 37°C	GT à 22°C	Clostridium
08-04-2018	UFC/100ml	04	03	Abs	05	79	70	Abs

Tableau N°VIII: les résultats des analyses bactériologiques complètes de l'eau traitée du réservoir.

Prélèvement	Nombre d'échantillons	Germes recherchés						
		CT	C.Th.T	E.coli	Strep	GT à 37°C	GT à 22°C	Clostridium
25-03-2018	1	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
01-04-2018	1	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
08-04-2018	1	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
16-04-2018	1	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

2.2. Les résultats des analyses bactériologiques réduites réalisées sur l'eau distribuée dans la commune de Berdj Khrise et la région de Bouira :

Les résultats des analyses bactériologiques réduites de l'eau distribuée dans la région d'Ahl El Kasr sont représentés dans le tableau N°IX.

Les résultats des analyses bactériologiques réduites de l'eau distribuée dans la région de Bechlule sont représentés dans le tableau N°X.

Les résultats des analyses bactériologiques réduites de l'eau distribuée dans la région d'El Asnam sont représentés dans le tableau N°XI.

les résultats des analyses bactériologiques réduites de l'eau distribuée dans la Région de Bouira sont représentés dans le tableau N°XII.

Tableau N°IX: les résultats des analyses bactériologiques réduites pour l'eau distribuée dans la Région d'Ahl El Kasr

Prélèvement		Germes recherchés			
		Dénombrement			
La date	Nombre	CT	C.Th.T	E.coli	Strep
25-03-2018	14	Abs	Abs	Abs	Abs
	1	Abs	Abs	Abs	2
	1	Abs	Abs	Abs	9
08-04-2018	15	Abs	Abs	Abs	Abs
19-04-2018	11	Abs	Abs	Abs	Abs
Total	42	2 échantillons positifs			
		40 échantillons négatifs			

Tableau N° X : les résultats des analyses bactériologiques réduites de l'eau distribuée dans la Région de Bechlule

Prélèvement		Germes recherchés			
		Dénombrement			
La date	Nombre	CT	C.Th.T	E.coli	Strep
25-03-2018	9	Abs	Abs	Abs	Abs
10-04-2018	1	Abs	Abs	Abs	Abs
16-04-2018	1	18	Abs	Abs	Abs
	1	30	Abs	Abs	Abs
	8	Abs	Abs	Abs	Abs
25-04-2018	19	Abs	Abs	Abs	Abs
Total	39	37 échantillons négatifs			
		2 échantillons positifs			

Tableau N° XI : les résultats des analyses bactériologiques réduites de l'eau distribuée dans la Région d'El Asnam

Prélèvement		Germes recherchés			
		Dénombrement			
La date	Nombre	CT	C.Th.T	E.coli	Strep
25-03-2018	11	Abs	Abs	Abs	Abs
10-04-2018	10	Abs	Abs	Abs	Abs
25-04-2018	1	18	Abs	Abs	Abs
	13	Abs	Abs	Abs	Abs
Total	35	34 échantillons négatifs			
		1 échantillon positif			

Tableau N°XII : les résultats des analyses bactériologiques réduites de l'eau distribuée dans la Région de Bouira

Prélèvement		Germes recherchés			
		Dénombrement			
La date	Nombre	CT	C.Th.T	E.coli	Strep
25-03-2018	3	Abs	Abs	Abs	Abs
04-04-2018	1	18	Abs	Abs	Abs
	1	30	Abs	Abs	Abs
12-04-2018	19	Abs	Abs	Abs	Abs
15-04-2018	11	Abs	Abs	Abs	Abs
17-04-2018	19	Abs	Abs	Abs	Abs
23-04-2018	30	Abs	Abs	Abs	Abs
Total	84	82 échantillons négatifs			
		2 échantillons positifs			

3. Discussion

3.1. L'eau brute

Les résultats obtenus de l'analyse complète de l'eau brute du barrage Tilesdite confirment sa contamination. C'est une eau de mauvaise qualité car les taux de germes recherchés (CT, C.Th.t, Strep, GT à 37°C et GT à 22°C) ne sont pas conformes aux normes relatives à l'eau de consommation (**Tableau n° VII**), sauf pour les Clostridium sulfite-réducteurs, on remarque leur absence donc cette valeur est conforme aux normes.

Les résultats obtenus étaient prévisibles car le barrage est vraisemblablement sujet à une contamination à cause de problème de rejets urbains et de rejets des stations d'élevage.

Conformément aux recommandations du JOA n°18 de 2011., l'eau brute doit être analysée avant tout traitement. Ces contrôles peuvent notamment permettre d'évaluer la nécessité d'appliquer une désinfection ou d'accroître l'efficacité du traitement déjà appliqué.

3.2. L'eau traitée du réservoir

Les résultats des analyses réalisées sur l'eau traitée et stockée dans le réservoir révèlent qu'elle est de bonne qualité. Cela témoigne de la grande efficacité des opérations de traitement de l'eau brute ainsi que le respect des conditions de stockage de l'eau traitée. Ces conditions sont régies par la réglementation en vigueur. Cette eau peut être utilisée pour la consommation humaine. (**Villey-Desmeserets et al., 2001**).

3.3. L'eau distribuée traitée

- Les résultats des analyses bactériologiques réduites réalisées sur l'eau distribuée dans la Région d'Ahl El Kasr montrent que la plupart des échantillons analysés étaient de bonnes qualités. 02 échantillons uniquement ont donné des résultats positifs. ces derniers sont non conformes aux normes car ils présentaient une contamination aux streptocoques fécaux. Cette contamination est intermittente et indique probablement une contamination d'origine fécale. Cela peut être expliqué soit par une contamination lors de la manipulation des échantillons ou bien une défaillance dans le traitement ou dans le réseau de distribution sachant que les streptocoques fécaux sont plus résistants au stress et à la chloration que les coliformes et survivent généralement plus longtemps dans l'environnement (**Payement et al., 2003 ; SERSOUB D, 2012**). La présence d'un biofilm dans le réseau de distribution peut être aussi suspectée.

- Les résultats des analyses bactériologiques réduites réalisées sur l'eau distribuée dans les régions de Bechlule, El Asnam et la région de Bouira montrent que la plupart des prélèvements ont donné des résultats négatifs témoignant d'une bonne qualité microbiologique de l'eau analysée. Les échantillons non conformes aux normes présentaient une contamination aux coliformes totaux.

La présence des coliformes totaux dans le réseau de distribution révèle une dégradation de la qualité de l'eau, probablement due à une recroissance de bactéries provenant d'un biofilm, à une défaillance lors du traitement ou une contamination postérieure au traitement (ex. : réparations, baisse de pression) (**Who, 2011**). Ces contaminations sont favorisées par les opérations d'entretien qui peuvent être réalisées sur le réseau de distribution.

Les Coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale et sont cependant très utiles comme indicateurs de l'efficacité du traitement (**Chevalier p, 2003**)

Globalement, nous pouvons dire que l'eau distribuée dans les deux communes est de bonne qualité microbiologique, elle est propre à la consommation. Les rares cas de contaminations peuvent éventuellement être associés aux problèmes de canalisation vétuste ou sujette à différentes interventions favorisant ainsi les risques de contamination. D'autres causes peuvent aussi être incriminées tel que les erreurs de manipulation, la présence de biofilms dans la canalisations etc. (**Barrell et al., 2000**).

Les eaux destinées à l'alimentation humaine (mais aussi celles qui sont destinées à l'alimentation animale, à l'arrosage des légumes et des fruits, à la baignade, ...) doivent être exemptes de tout organisme pathogène ou opportuniste susceptible de provoquer des troubles de la santé chez ceux qui les consommeraient ou les utiliseraient. (**Who ,1993**)

conclusion

L'eau desservie par le barrage Tilesdit présente après traitement une bonne qualité bactériologique. L'eau brute ne peut être exempte de contaminants, elle est généralement chargée de microorganisme d'où la nécessité de la réalisation d'un traitement. Dans le cadre de notre étude, les résultats ont montré que les traitements réalisés sur l'eau brute l'ont complètement assainis la rendant ainsi de bonne qualité bactériologique. Cette qualité peut être altérée dans les canalisations pour diverses raisons : Stagnation dans les points bas, détérioration des conduites et des joints, présence de substance chimique ou de microorganisme due à des infiltrations, présence de biofilms, multiplications des interventions sur le réseau de distribution etc... ce qui peut rendre l'eau impropre à la consommation humaine.

D'ordre général,

- l'eau de consommation de région de BOUIRA et de BOURDJ Ekhris (d' AHL EL KASR, BECHLULE et EL ASNAM) est de bonne qualité bactériologique. Cependant, certaines mesures supplémentaires doivent être prises pour assurer la durabilité de cette qualité dans le temps à savoir : une désinfection efficace, une protection continue du barrage contre d'éventuelles infiltrations des contaminants, une vigilance permanente lors de la réalisation des prélèvements et des analyses et surtout l'entretien du réseau de distribution.

A

AFNOR, (1997). Qualité de l'eau, Tome 1: Terminologie, échantillonnage et évaluation des méthodes, 3^{ème} édition, Paris, France, 656p.

AISSAOUI AZZEDDINE., 2013. Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage hammam gouzi de la région de oued ATLHMANIA (wilaya de MILA) par les activités agricoles. Mémoire magister. Université MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU.

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

B

BASSOMPIERRE C., (2007). Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèles, Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique De Grenoble, PP: 25-42.

BAZIZ NAFISSA., 2008. Étude sur la qualité de l'eau potable et risque potentiels sur la santé cas de la ville de Batna. Mémoire magister. Université colonel ELHADJ LAKHDAR BATNA.. P154.

BENMAÏD A., (2013). La sécurité liée à l'eau : gestion des risques et arbitrages,

Commissariat général au développement durable, Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable, études & documents, N° 100, 40p.

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

BOTTA A ., BELLON L., (2004). Pollution chimique de l'eau et santé humaine, laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale, commission européenne, université Euro-méditerranéenne TETHYS, p 06.

BOURRIER R., SELMI B., (2011). Technique de la gestion et de la distribution de l'eau, Edition Moniteur, Paris, PP : 353-402.

BOUZIANI M., (2000). L'eau de la pénurie aux maladies, Edition ibn khaldoun, 247p.

BARRELL, R.A.E., P.R. HUNTER ET G. NICHOLS (2000) Microbiological standards for water and their relationship to health risk. Communicable Disease and Public Health, 3: 8-13. (erratum dans le volume 3, p. 221).

C

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

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

D

DEBBAKH ABDERREZAK., 2012. Qualité et dynamique des eaux des systèmes lacustres en amont de l'Oued Righ. Mémoire magister. Université de KASDI MERBAH. Spécialité: hydraulique. P176.

DEGREMONT G., (2005). Mémento technique de l'eau, Tome 1, 10^{ème} édition, Edit. Tec et doc, PP: 3- 38.

DESJARDINS R., (1997). Le traitement des eaux, Edition de l'école polytechnique de Montréal, 2^{ème} édition, Québec, Canada, PP : 46-112.

DESILLE D., (2012). Conservation et traitement de l'eau à domicile, Programme Solidarité Eau, Agence Française de Développement, PP : 12-17.

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

E

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

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

EL HAISSOUFI H., BERRADA S., MERZOUKI M., AABOUCH M., BENNANI L., BENLEMLIH M., IDIR M., ZANIBOU A., BENNIS Y., EL OUALILALAMI A., (2011). Pollution des eaux de puits de certains quartiers de la ville de Fès, Maroc, Rev. Microbiol. Ind. San et Environn, Vol 5, N°1, PP: 37-68.

F

FAURIE C, MEDORI P, FERRA C., (2003). Ecologie: Approche scientifique et pratique, 5^{ème} Edition, Lavoisier doc et tec, Paris, 312p

G

GANTZERC., LUCENA F., SCHWARTZBROD L., JOFRE J., (1998). Indicateurs de contamination virale du milieu hydrique: mythe ou réalité, Virologie 2, PP : 117-120.

GLAUDE B., ROBERT P., (2001). Chimie de l'environnement (air, eau ; sol, déchet), de boeck, paris, 299 p.

GRAINI LAZHAR., 2011. Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique Mémoire magister. Université FERHAT ABBAS-SETIF . P106

J

JESTIN E., (2006). La production et le traitement des eaux destinées à l'alimentation et à la préparation de denrées alimentaire, agence de l'eau Seine-Normandie, Hérouville Saint

Journal Officiel de la République Algérienne (JORA)(2011).N°18. Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine

Journal Officiel de la République Algérienne (JORA) (1998).N°35 . Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires

K

KASSIM COULIBALY., 2005. Etude de la qualite Physico-chimique et bacteriologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako.Thésedocteur. Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie BAMAKO. P69.

KETTAB A., (1992). Traitement des eaux, Les eaux potables, Edition: Office des Publications Universitaires, Alger, PP : 111-123.

KIRKPATRICK K., FLEMING E ., (2008).La qualité de l'eau, ROSS TECH 07/47, 12p

L

LAFERRIERE M., NADEAU A., MALENFANT G., (1995). La contamination par les nitrates :Prévention des risques à la santé, P38.

LAZHAR GRAINI., 2011.Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique. Mémoire de magister. Universite FERHAT ABBAS-SETIF. P106.

LEE D.G., SANG-JONG K., SEONG J. P. (2006). Effect of Reservoirs on Microbiological Water Qualities in a Drinking Water Distribution System, J. Microbiol. Biotechnol., Vol.16, Issue 7, 1060-106

M

MANUEL DE BERGEY., 1984. Systematique bactériologie ; 9th edition.P533.

MASSCHELEIN W.J., (1996). Processus unitaire du traitement de l'eau potable, Edition CEBE, DOC spilliége, PP : 181-345.

MASSON M.H., CANU S., GRANDVALET Y., LYNGAARD-JENSEN A., (1999). Software sensordesign based on empirical data, Ecological Modelling, N°120, PP : 131-139.

MEROUANI MAHDI et BOUGUEDAH ABD EL BAKI., 2013. Etude de la pollution chimique et la vulnérabilité alla pollution des eaux souterraines de la cuvette d'OUARGLA. Mémoire master. Université KASDI MARBAH OUARGLA . P59.

MEYBECK M. R., et HELMER.,1989. La qualité des cours d'eau: de l'état vierge au niveau mondial pollution. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.(Global Section Planète Change).P309..

O

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

OUBAGHA NOURA ., 2011. Décontamination des eaux contenant les colorants textiles et les adjuvants par des matériaux naturels et synthétique. Mémoire magister. Université MOULOU D MAMMERI.TIZI OUZOU. P151.

R

RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. (2009). L'analyse de l'eau, 9ème édition, Ed. Dunod, 1579p.

RQEP. (2006).Règlement sur la Qualité de l'Eau Potable, Vol.2, présentation du règlement, Québec, Canada, 282p.

S

SAVARY P., (2010). Guide des analyses de la qualité de l'eau, territorial édition, Voiron, PP : 10-179..

SCHWARTZBROD L., (2000). virus humains et sante publique : conséquences de l'utilisation des eaux usées et des boues en agriculture, centre collaborateur OMS pour les microorganismes dans les eaux usées, Faculté de Pharmacie, Nancy, France, 292p.

SERSOUB DJAZIA., 2012.Aménagement et Sauvegarde de la Biodiversité de la Vallée d'Oued Boussellem *Sétif*. Mémoire magister. Département de biologie et écologie végétale .Option : Biodiversité et gestion des ecosystems. P197.

V

VILAGINÉS., 2000. - Eau , environnement et santé publique , Edition ,Tec et Doc., P5.

Vilagines R.,(2003). Eau, environnement et santé publique, Introduction à l'hydrologie, 2ème édition, Editions Tec&Doc, PP : 195-198.

VILLEY-D ESMESERETS F., BALLAY D., HENRY DE VILLENEUVE C., TRICARD D., LE LOURD P., CHARPIN J.M. (2001). La politique de préservation de la ressource en eau destinée à la consommation humaine, Rapport d'évaluation, France, 973p.

W

WHO (2011). *Guidelines for drinking-water quality, Third edition incorporating the first and second addenda, volume 1*

WHO (1993) *WHO guidelines for drinking water quality. Vol. 1 – recommendations, pp.: 8-29.*

Source :(<https://www.infirmiers.com/fondamentale-les-molecules-du-vivant-partie-1.html>)

Références bibliographiques

Source :(<http://www.mplux.be/fr/pecher/l-eau/130-le-cycle-de-l-eau-en-6-etapes>)

Source :(<http://svt.ac-besancon.fr/bac-l-2009-metropole/>)

Source :(<http://www.toutpourleforage.com/hydrogeologie-definition/>)

Source : (https://www.atlasinfo.fr/En-France-la-moitie-des-eaux-de-surface-n-est-pas-de-bonne-qualite_a543.html)

Source : (<http://traitementeaux.e-monsite.com/pages/iii-procedes-de-traitement/iii-a-les-principaux-procedes-de-traitement-physique/1-le-pretraitement.html>)

Source : (<http://m.20-bal.com/buhgalteriya/10598/index.html?page=4>)

Source : (http://www.azprocede.fr/Cours_GC/decantation_continue.html)

Annexe n°1. la composition des milieux de culture❖ **Coliforme totaux :** (milieu solide)▪ **Milieu ENDO :**

• Peptone bactériologique	10 g / l
• Lactose	10 g / l
• Phosphate di potassique	3,5 g / l
• Fuchsine basique	0,4 g / l
• Agar	18 g / l

▪ **Milieu TSI :**

• Peptone de viande	15 g / l
• Proteose peptone	5 g / l
• Extrait de viande	3 g / l
• Extrait de levure	3 g / l
• Glucose	1 g / l
• Saccharose	10 g / l
• Lactose	10 g / l
• Citrate de Fe vammoniacal	0,3 g / l
• Chlorure de sodium	5 g / l
• Thiosulfate	0,3 g / l
• Rouge de phénol.0,05g	0,05 g / l
• Agar 18g	18 g / l

❖ **Coliforme totaux : (milieu liquide)**▪ **Milieu BCPL :**

	Simple concentration	Double concentration
• Extrait de viande	1 g / l	2 g / l
• Peptone de caséine	7 g / l	14 g / l
• Lactose	5 g / l	10 g / l
• BCP 1%	0,03 g / l	0,06 g / l
• Extrait de levure	/	/
• Bile salt	/	/
• Agar	/	/

❖ **Coliforme fécaux :**▪ **Milieu schubert :**

• Peptone	10 g / l
• Tryptone	10 g / l
• Acide glutamique	0,2 g / l
• Tryptophane	0,2 g / l
• Sulfate de magnésium	0,7 g / l
• Sulfate d'ammonium	0,4 g / l
• Citrate de sodium	0,5 g / l
• Chlorure de sodium	2 g / l
• Mannitol	7,5 g / l

❖ **E-coli :**▪ **Réactif kovacs :**

- **Para-dimethyl-amino-benzaldehyde**
- **Alcool isoamylique**
- **Acide chlorhydrique**

❖ **Streptocoques : milieu solide**▪ **Milieu de slanetz :**

• Peptone 20g	20 / l
• Extrait de viande 5g	5 g / l
• Glucose 2g	2g / l
• Monohydrogénophosphate.4g	4g / l
• Acide de sodium 0,4g	0,4 g / l

▪ **Milieu BEA :**

• Tryptone.17g	17 g / l
• Peptone 3g	3g / l
• Extrait de levure 5g	5g / l
• Bile déshydratée de bœuf 10g	10 / l
• Na Cl 5g	5 g / l
• Citrate de sodium 1g	1 g / l
• Esculine..1g	1 g / l
• Citrate de fer ammoniacal.0,5g	0,5 g / l
• Azide de sodium 0,25g	0,25 g / l
• Gélose 15g	15 / l

❖ Milieu liquide :

▪ Milieu ROTHE (S/C – D/C)

	Simple concentration	Double concentration
• Peptone de caséine	20 g / l	40 g / l
• Extrait de viande	1,5 g / l	3 g / l
• Glucose	4 g / l	8 g / l
• Chlorure de sodium	5 g / l	10 g / l
• Phosphate dipotassique	2,7 g / l	5,4 g / l
• Phosphate monopotassique	2,7 g / l	5,4 g / l
• Acide de sodium	0,2 g / l	0,4 g / l

▪ Milieu EVA Litsky :

• Tryptone	20 g / l
• Glucose	5g / l
• Phosphate dipotassique	2,7 g / l
• Phosphate monopotassique	2,7 g / l
• Chlorure de sodium	5g / l
• Azide de sodium	0,4 g / l
• Ethyle violet	0 , 00083 g / l

❖ La recherche des Germe totaux

▪ Milieu TGEA :

• Extrait de levure	1 g / l
• Peptone de caséine	5g / l
• Glucose	1g / l
• Extrait de viande	3g / l
• Agar	18 g / l

❖ Clostridium

▪ Milieu VF :

• Base viande foie	30 g / l
• D Glucose	2 g / l
• Amidon	2 g / l
• Agar	20 g / l

Tableau n°14 : Table de Mac Grady.

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			N.P.P dans 100 ml	Limite de confiance à 95 %	
1 tubes de 10 ml	5 tubes de 1 ml	5 tubes de 0,1 ml		Limite inférieure	Limite supérieure
0	0	1	2	< 0,5	7
0	0	0	2	< 0,5	7
0	1	0	4	< 0,5	11
1	1	0	2	< 0,5	1
1	2	1	4	< 0,5	11
1	3	0	4	< 0,5	11
1	0	1	6	< 0,5	15
1	0	0	6	< 0,5	15
2	1	0	5	< 0,5	13
2	1	1	7	1	17
2	2	0	7	1	17
2	2	1	9	2	21
2	3	0	9	2	21
2	0	0	12	3	28
3	0	0	8	1	19
3	1	1	11	2	25
3	1	0	11	2	25
3	1	1	14	4	34
3	2	0	14	4	34
3	2	1	17	5	46
3	3	0	17	5	46
4	0	0	13	3	31
4	0	1	17	5	46
4	1	0	17	5	46
4	1	1	21	7	63
4	1	2	26	9	78
4	2	0	22	7	67
4	2	1	26	9	78
4	3	0	27	9	80
4	3	1	33	11	93
4	4	0	34	12	96
5	0	0	23	7	70
5	0	1	31	11	89
5	0	2	43	15	114
5	1	0	33	11	93
5	1	1	46	16	120
5	1	2	63	21	154
5	2	0	49	17	126
5	2	1	70	23	168
5	2	2	94	28	219
5	3	0	79	25	187
5	3	1	109	31	253
5	3	2	141	37	343
5	3	3	175	44	503
5	4	0	130	35	302
5	4	1	172	43	486
5	4	2	221	57	698
5	4	3	278	90	849
5	4	4	345	117	999
5	5	0	240	66	754
5	5	1	348	118	1 005
5	5	2	542	180	1 405
5	5	3	918	303	3 222
5	5	4	1 609	635	5 805

Résumé

L'eau est une ressource indispensable à la vie mais peut causer plusieurs problèmes de santé si elle ne répond pas aux normes de qualité.

Cette eau doit répondre à des normes pré-établies qui fixent les seuils à ne pas dépasser pour un certain nombre de germes pouvant présenter un danger pour le consommateur.

Ce travail a comme objectif de vérifier et d'estimer la qualité bactériologique de l'eau brute provenant du barrage Tilesdit, l'eau traitée stockée dans le réservoir et l'eau distribuée destinée à la consommation humaine dans la région de Bouira et la commune de Bordj Khris (Ahle El Kasr, Bechlule, El Asnam).

205 échantillons ont été analysés. Une analyse bactériologique complète a été réalisée sur l'eau brute et l'eau traitée du réservoir, une analyse réduite a été réalisée sur l'eau distribuée destinée à la consommation humaine. Les bactéries recherchées se résument aux germes totaux, coliformes totaux et fécaux, streptocoques fécaux et les anaérobies sulfite-réducteurs.

Les résultats ont montré que l'eau du réservoir traitée ainsi que l'eau distribuée dans la région de Bouira et la commune de Bordj Khris était de bonne qualité bactériologique. Cette qualité peut être altérée dans les canalisations. De rares cas de contamination ont été observés sur quelques échantillons.

Pour assurer la durabilité de la qualité de l'eau, certaines mesures supplémentaires doivent être prises, à savoir : une désinfection efficace, une protection continue du barrage contre d'éventuelles infiltrations des contaminants et une vigilance permanente lors des prélèvements et des analyses.

E_Mot clé : Analyses bactériologies, Barrage, L'eau brute, Réservoir

Abstract

Water is a vital resource for life but can cause many health problems if it does not meet quality standards.

This water must be in accordance with pre-established standards that set the thresholds not to exceed for a number of germs that may present a danger to the consumer.

This work aims to verify and estimate the bacteriological quality of raw water from the Tilesdit dam, the treated water stored in the reservoir and the water distributed for human consumption in the Bouira region and the commune of BordjKhris (Ahle El Kasr, Bechlule, ElAsnam).

205 samples were analyzed. A complete bacteriological analysis was carried out on the raw water and the treated water of the reservoir, a reduced analysis was carried out on the distributed water intended for the human consumption. The desired bacteria consist of total germs, total and faecal coliforms, faecal streptococci and sulphite-reducing anaerobes.

The results showed that the water from the treated reservoir as well as the water distributed in Bouira region and BordjKhris commune was of good bacteriological quality. This quality can be altered in the pipes. Rare cases of contamination have been observed in a few samples.

To ensure the sustainability of water quality, some additional measures must be taken: effective disinfection, continued protection of the dam against possible contaminant infiltration and constant vigilance during sampling and analysis.

Mots clé : Bacteriological analysis, dam, the raw water, Reservoir

المخلص

تعتبر المياه موردًا حيويًا للحياة ولكنها قد تسبب العديد من المشكلات الصحية إذا لم تستوف فيها معايير الجودة يجب أن تستوفي هذه المياه المعايير التي لا يجب تعديها والتي تغطي عددًا من الجراثيم التي قد تشكل خطرًا على المستهلك يهدف هذا العمل إلى التحقق وتقدير الجودة البكتيرية للمياه الخام المأخوذة من سد تالسديت، المياه المعالجة المخزنة في الخزان والمياه الموزعة للاستهلاك البشري في منطقة البويرة وبلدية برج خريس (أهل القصر، بشلول، الاصنام). 205 عينة تم تحليلها. حيث تم إجراء تحليل بكتريولوجي كامل على المياه الخام والمياه المعالجة من الخزان وكذا تحليل مخفض على المياه الموزعة المخصصة للاستهلاك البشري. قائمة البكتيريا التي يجب البحث عنها تتمثل في الجراثيم الكلية والبكتيريا القولونية الكلية والبرازية والمكورات العقدية البرازية واللاهوائيات الخافضة للكبريت. وأظهرت النتائج أن المياه الخزان المعالج وكذلك المياه الموزعة في منطقة البويرة وبلدية برج خريس كانت ذات جودة بكتيرية جيدة. يمكن أن تتغير هذه الجودة في الأنابيب مؤدية الي حالات تلوث حيث لوحظت هذه الحالات في بعض العينات. لضمان استدامة جودة المياه، يجب اتخاذ بعض التدابير الإضافية، وهي: التطهير الفعال، والحماية المستمرة للسد من احتمال تسرب الملوثات والبقطة المستمرة أثناء أخذ العينات والتحليل.

مفتاح: تحليل بكتريولوجي، سد، المياه الخام، الخزان.