

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Akli Mohand Oulhadj (Bouira)
Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département de Génie des Procédés



Mémoire

De Projet de Fin D'études

Présenté par

M^{elle} **MADOUÏ FATMA**

M^{elle} **KORNANE KHADIDJA**

Pour l'obtention du Diplôme de

Master

Filière : SCIENCES ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

Spécialité : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

THEME

ETUDE DE LA QUALITE DE L'EAU DE LA VILLE DE BOUIRA

Soutenu le 16/11/2018

Devant le jury composé de :

HADIOUCHE Dalila	MCB	UAMO Bouira	Présidente
ZAABAR AIDA	MCB	UAMO Bouira	Examinatrice
EL HANAFI Nawel	MCB	UAMO Bouira	Examinatrice
M. LOUNICI HAKIM	Pr.	UAMO Bouira	Promoteur

REMERCIEMENTS

Alhamdoulil Allah, qui nous a éclairées les voies de la science et de la connaissance et qui nous a aidées à compléter cette modeste recherche.

Premièrement, nous remercierons Monsieur Lounici Hakim pour avoir accepté de nous encadrer et de nous diriger, pour son soutien, ses encouragements ainsi que pour la confiance qu'il nous a accordé en réalisant ce travail, nous la remercions profondément pour son compréhension, sa patience et sa politesse incomparables.

Comme nous ne pouvons pas oublier à remercier les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail, Notamment Mesdames HAdiouché Dalila, Zaabar Aida et ElHanafi Nawel, qu'elles trouvent ici notre profonde reconnaissance

Nos remerciements vont également à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, notamment à :

Tous les ingénieurs qui travaillent dans le laboratoire de génie des procédés au département des sciences et technologies

Aussi à Monsieur SAIKI chef de laboratoire d'ADE

Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	01
Chapitre I : Qualité des eaux	
I.1-Présentation de la zone d'étude	01
I.2-Définition d'eau	02
I.3-Les principales sources d'approvisionnement en eau brute	04
I.4-Les caractéristiques qualitatives de l'eau de consommation	07
I.5- les caractéristiques bactériologiques	12
Chapitre II : Pollution, Maladies à transmission hydrique et traitements	
II.1-Pollution d'eau	20
II.2-Les maladies à transmission hydrique	24
II.3 -L'importance du traitement des eaux	29
Chapitre III : Matériel et méthodes	
III.1- Présentation de l'unité de l'ADE de Bouira	31
III.2. Analyses physico-chimiques	35
III.2.1 Méthodes utilisées pour l'analyse physico-chimiques	35
III.2.2 Les analyses chimiques réduites (ACR).....	36
III.2.3Les analyse complète (ACC).....	41
III.3. Analyse bactériologique.....	48
Chapitre IV : résultats et discussions	

IV.1- Résultats des analyses physico-chimiques.....	62
IV.1.3- Analyses des paramètres de pollution.....	69
IV.1.4- Les paramètres spectrophotométriques.....	70
IV.1.4- Les paramètres volumétriques.....	73
IV.2- Résultats des paramètres bactériologique.....	74
IV.2.1- Résultats des paramètres bactériologiques Réduits(ABR).....	74
IV.2.2- Les Résultats des paramètres bactériologiques complète(ABC).....	75

Conclusion Générale et perspectives

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Liste des abréviations

ADE :	Algérienne des eaux.
CaCO₃ :	Carbonate de calcium.
Cl:	Chlore.
CO₃²⁻:	Carbonates.
Cond :	Conductivité.
CF :	Coliformes Fécaux
CT :	Coliformes Totaux
DBO5 :	Demande biologique une oxygène.
DCO :	Demande chimique une oxygène.
DPD₁:	Diéthyl Paraphenylène Diamine (chlore libre).
DPD₄ :	Diéthyl Paraphenylène Diamine (chlore totale).
E.D.T.A :	Ethylène Diamine Tétra- Acétique.
E-Coli :	Escherichia Coli.
MO :	Matière Organique.
O₂d :	Oxygène dissous.
OMS :	Organisation mondiale de la santé.
PH :	Potentiel d'hydrogène.
T° :	Température.
TA :	Titre Alcalimétrique.
TAC :	Titre Alcalimétrique Complet.
TDS :	Taux des sels dissous.
TH :	Titre Hydrotimétrique (dureté).
UNT :	Unité néphélométrique de turbidité.
µm :	micromètre.
µs :	micro Siemens.
AgNO₃ :	Nitrate d'Argent.
GTCF :	Germes témoins de contamination fécale.
GID :	Germes Indicateur de Désinfection.

LISTE DES FIGURES

Figure N°01 : Schéma des états de la molécule de l'eau.....	02
Figure N° 02 : Cycle de l'eau	04
Figure N°03 : Streptocoques fécaux.....	14
Figure N°04 : Clostridium sulfito-réducteur.....	14
Figure N°05 : La pollution domestique.....	22
Figure N°06 : exemple d'une pollution industrielle.....	23
Figure N°07 : La pollution agricole.....	23
Figure N°08 : les étapes de traitement de l'eau	30
Figure N°09 : Organisation de l'ADE.....	32
Figure N°10 : Organigramme de laboratoire.....	34
Figure N°11 : dosage de chlore.....	36
Figure N°12 : l'appareil utilisé est le PH -mètre.....	37
Figure N° 13 : L'appareil utilisé est le conductimètre.....	38
Figure N°14 : L'appareille du turbidimètre.....	40
Figure N°15 : Dosage de l'ammonium.....	44
Figure N°16 : Spectrophotomètre utilisé.....	45
Figure N°17 : Dosage de Ca^{2+}	46
Figure N°18 : Dosage de Cl^-	47
Figure N°19 : Dosage de TAC.....	48
Figure N°20 : Dosage de TH.....	49
	53
	53

Figure N°21 : stérilisation des récipients dans le laboratoire.....	
Figure N°22 : schéma résumant la recherche et dénombrement du germe aérobie.....	
Figure N° 23 :Le résultat d'analyses.....	
Figure N°24 : Bain marré chauffer 80C° pendent 10mn.....	54
Figure N° 25 :L'appareille de filtration.	57
Figure N°26 : schéma résumant la recherche et dénombrement des coliformes.....	59
Figure N°27 : Evolution des températures en cours du temps.....	63
Figure N°28 : Evolution de pH en cours du temps.....	64
Figure N°29 : Evolution de conductivité en cour du temps.....	65
Figure N°30 : Evolution de salinité durant la compagne d'échantillonnage.....	68

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: classification des eaux d'après leur ph.....	08
Tableau 2: classes de turbidité usuelle (NTU).....	08
Tableau 3 : Les normes physico-chimiques et bactériologiques.....	14
Tableau 4: Origines et natures de différentes sources de pollution de l'eau...	20
Tableau 5: Principales infections humaines transmissibles par l'eau	25
Tableau 6: matériels et les appareils utilisés pour l'analyse physico-chimique.	35
Tableau 7: matériels et les appareils utilisés pour l'analyse bactériologique....	48
Tableau 8 : les températures des eaux traitées et brutes	62
Tableau 9 : pH des eaux traitées et brutes.....	63
Tableau 10 : Les valeurs de la conductivité.....	65
Tableau 11 : Les valeurs de la turbidité obtenues.....	66
Tableau 12 : Relevé des valeurs TDS.....	68
Tableau 13 : Gout de l'eau avec différentes concentrations de TDS.....	69
Tableau 14 : Les résultats des paramètres de pollution.....	69
Tableau 15 ; Les résultats des paramètres spectrophotométriques de l'eau traitées...	70

Introduction

L'homme est de plus en plus sensible à la qualité de l'eau et de plus en plus désireux d'être informés sur sa provenance, sa composition et les contrôles de qualité dont elle fait l'objet.

Pour assurer la qualité de l'eau, il faut mettre en œuvre tous les moyens pour s'assurer que l'eau soit conforme aux exigences spécifiées du consommateur.

Ainsi, pour assurer la mise à disposition d'une eau saine aux robinets des consommateurs, il convient de la traiter efficacement, mais aussi de la protéger lors de son transport et de son stockage contre toute dégradation de sa qualité.

L'évaluation de la qualité des eaux repose sur la connaissance des paramètres physiques, chimiques, microbiologiques et biologiques des eaux, et nécessite donc la mise au point des méthodes de mesure adéquates.

En Algérie la maîtrise des risques repose en particulier sur la surveillance permanente que le responsable de la distribution de l'eau sort tenu d'exercer et le contrôle sanitaire régulier assuré par les services de l'État, principalement par la société Algérienne Des Eaux.

L'eau souterraine (forage) et superficielle (barrage) sont les principales sources d'approvisionnement en eau potable dans les villes de Bouira. La contamination de ces sources influe considérablement sur la santé des consommateurs alimentés en eau dans cette ville.

Le but de ce travail est de contrôler la qualité physicochimique de l'eau de distribution et vérifier sa conformité aux normes.

L'étude entamée articulée sur les parties suivantes :

- Une partie bibliographique concerne :
 - Qualité des eaux.
 - La pollution et la maladie à transmission hydrique.

- Une partie expérimentale englobe deux chapitres :

- Matériels et méthodes.
- Résultats et discussion.

— / CHAPITRE I

Qualité des eaux

Chapitre I

I.1-PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1.1- Situation géographique

La wilaya de BOUIRA est située à environ 119 km au sud-est d'Alger ; elle est limitée au nord et au nord-est par la wilaya de Tizi-Ouzou et la chaîne montagneuse du Djurdjura, au sud-est par la chaîne montagneuse des Bibans et la wilaya de Bordj Bou Arreridj, au sud-ouest par les montagnes de Dirah et la wilaya de M'Sila et enfin à l'ouest par les wilaya de Médéa et de Blida.[1]

I.1.2-Type de climat

- La région se caractérise par un été chaud et sec, et un hiver relativement tiède.
- Le mois d'août est le plus chaud, les températures estivales maximales peuvent dépasser 46°C.
- Le mois le plus chaud est août avec une température maximale de 36,7 °C.
- Par contre le mois le plus froid est janvier avec une température minimale de 5,3°C [1].

I.1.3- Hydraulique

La wilaya de Bouira s'étend du point de vue hydrographique sur quatre (04) bassins versants :

- **Soummam:** 2 240 km². [1]
- **Isser:** 1 166 km². [1]
- **Hodna:** 675 km². [1]
- **Hamiz:** 56 km². [1]

Ressources et Mobilisation des Eaux

- deux barrages destinés à l'AEP et à l'irrigation. [1]
- 258 forages. [1]
- 35 retenues collinaires. [1]
- 464 réservoirs et châteaux. [1]

I.2-L' EAU : DEFINITIONS

L'eau liquide (H_2O) est souvent perçue comme une substance assez ordinaire car elle est transparente, inodore, insipide et se présente sur terre en grande quantité. Il est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, l'eau est une richesse nécessaire à toutes activités humaines, c'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques.[2]

L'eau peut se présenter sous trois états physiques : Solide (glace), liquide (eau proprement dite) et gaz (vapeur d'eau).

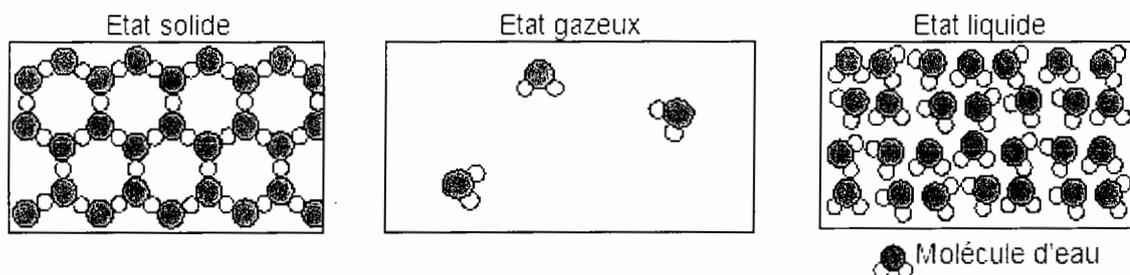


Figure I.1 Schéma des états de la molécule de l'eau. [2]

I.2.2-Le cycle hydrologique de l'eau

Les eaux de surface résultent des précipitations. Une partie de cette eau s'évapore et retourne dans l'air sous forme de vapeur d'eau. La deuxième durcit à cause du froid, ou s'écoule à la surface du sol et pénètre jusqu'à la nappe phréatique. Le cycle de l'eau se fait donc, par évaporation permanente des eaux de mer ou de rivière, formant des nuages et des brouillards, puis retombent sous forme de précipitations (pluie ou neige) dans les lacs, rivières et océans. [3]

I.2.2.1-Acquisition de la minéralisation au cours du cycle de l'eau

- L'évaporation désigne le passage de la phase liquide à la phase vapeur, il s'agit de l'évaporation physique. Elle nécessite un apport énergétique (énergie solaire) et peut être importante si l'étendue d'eau est vaste. Au cours de ce processus, les molécules d'eau (H_2O) de l'étendue (mer, lacs...) sont vaporisées vers l'atmosphère. L'évaporation partielle laisse la phase liquide enrichie en éléments solubles, augmentant ainsi la minéralisation de cette dernière.

Ce processus peut aller jusqu'à la formation de saumures et engendrer, si la saturation vis-à-vis de certaines phases minérales est atteinte, la précipitation de minéraux évaporitiques. [4]

- Lorsque les conditions de pression et de température favorables à la condensation sont réunies, les molécules d'eau passent de l'état gazeux à l'état liquide. Cette transformation nécessite la présence de grains de poussières atmosphériques qui agissent comme noyaux de condensation.

La minéralisation de la gouttelette initiale dépend donc directement de la nature du noyau sur lequel elle se forme.

Ce phénomène est à l'origine de la formation des nuages. Les gouttelettes interagissent avec la phase gazeuse et dissolvent les gaz atmosphériques en fonction de leur pression partielle et la température selon la loi de Henry.

Lorsque le poids de la goutte d'eau est suffisamment important, celle-ci est entraînée par gravité vers la surface terrestre. [4]

- Au cours de l'évènement pluvieux l'eau météorique est retenue dans les dépressions du sol. L'interaction eau-roche commence dès l'arrivée des premières gouttes sur le sol.

Les réactions avec le réservoir géologique dépendent directement du caractère agressif de la pluie qui est en conditions naturelles, essentiellement lié à sa teneur en dioxyde de carbone (CO₂) dissous.

Dans un milieu pollué, les composés du soufre et azotés (SO₂, NO_x) peuvent jouer un rôle déterminant dans la formation de pluies acides. Les eaux de ruissellement et d'infiltration interagissent avec les minéraux, les gaz, la matière organique, les végétaux et la microbiologie du sol et de la zone non saturée. Sur tout le trajet du transfert sol-rivière et sol-aquifère, la minéralisation des eaux est influencée par les gaz du sol et par la minéralogie des ensembles pédologiques et lithologiques traversés. [4]

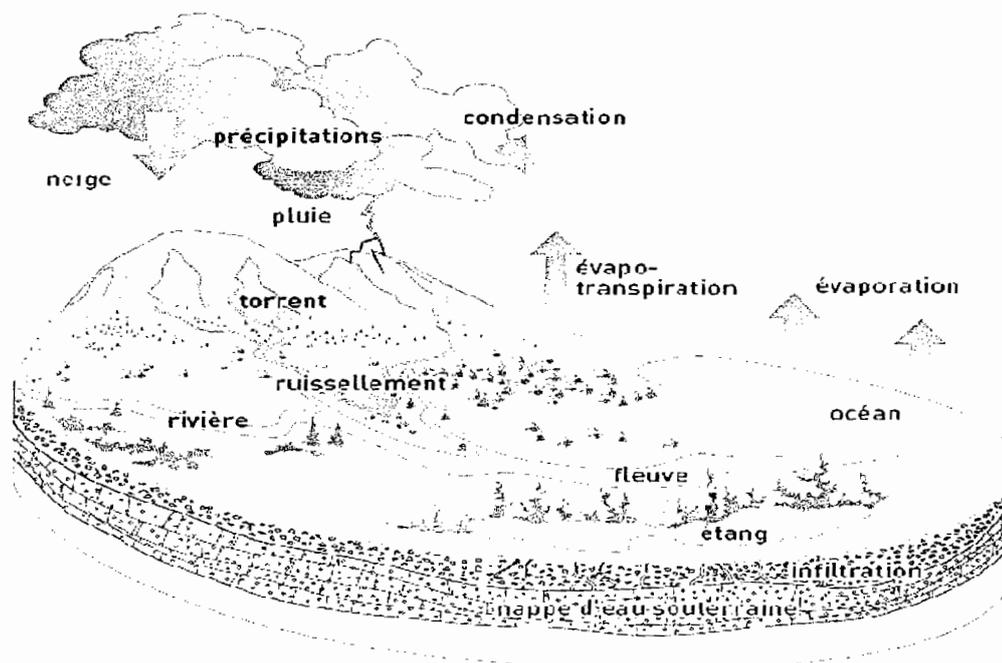


Figure I.2 : Cycle de l'eau [2]

I.3-LES PRINCIPALES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT EN EAUBRUTE

On distingue ces principales sources d'eau brute :

I.3.1-Eaux naturelles

I.3.1.1-Eaux souterraines

De point de vue hydrogéologique les couches aquifères se divisent en:

- Nappes phréatiques ou alluviales: Peu profondes et alimentées directement par les précipitations pluvieuses ou les écoulements d'eau en dessus.
- Nappes captives: Plus profondes que les premières et séparées de la surface par une couche imperméable, l'alimentation de ces nappes est assurée par l'infiltration sur leurs bordures. [5]

La nature du terrain sous lequel se trouvent ces eaux est un déterminant de leurs compositions chimiques, cependant elles sont appelées aussi les eaux propres car ils répondent 'en général' aux normes de potabilité. Pourtant, ces eaux sont moins sensibles aux pollutions accidentelles, elles perdent totalement leur pureté originale dans le cas de contamination par des polluants. [5]

Quand une eau souterraine contient une concentration en certains minéraux dépassant les normes de potabilité, mais elle représente des propriétés thérapeutiques on la

distribuée en bouteilles avec parfois un traitement bien défini, ces eaux sont dites eaux minérales.[3]

I.3.1.2-Eaux de surface

Ce type des eaux englobent toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents (rivières, lacs, étangs, barrages,...).

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants. Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et de l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. C'est à cause de ça que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement.[5]

I.3.2-Eaux des mers et océans

Les mers et les océans constituent des énormes réservoirs d'eau, elles représentent près de 97.4% du volume d'eau existant actuellement sur notre planète, le reste est la part des eaux continentales (eaux souterraines et superficielles).

Les eaux de mers sont caractérisées par une grande salinité, elles sont dénommées aussi «eaux saumâtres», ce qui rend leur utilisation difficile, notamment leur coût très élevé pour leur traitement. [3]

I.3.3-Eaux de consommation

Ce sont les eaux destinées à la consommation domestique, elles ont connues une énorme croissance suite au développement démographique et à l'amélioration des conditions de vie des populations. La consommation domestique en eau varie de quelques litres par jour dans les pays sans adduction publique et à faible confort ménager jusqu'à plusieurs centaines de litres dans les pays très développés. Même si ce n'est qu'une petite quantité qui va être bu, jamais ces eaux ne sont distribuées qu'après traitement, trois facteurs déterminent le choix d'un traitement :

- La quantité : La source doit couvrir la demande, en toute circonstance.
- La qualité : La qualité de l'eau brute dont on dispose doit être compatible avec la législation en vigueur.

- L'économie: Le coût d'investissement et de fonctionnement du procédé de traitement relatif à chacune des ressources disponibles est déterminant lors de la prise d'une décision.

Il faut signaler que les établissements distributeurs des eaux de consommation sont responsables de la conformité de ces eaux aux normes jusqu'à leurs arrivées au consommateur. [5]

I.3.4 -Les eaux de pluie

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine. Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous, comme les sels de magnésium et de calcium ; elles sont donc très douces. Dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être contaminées par des poussières atmosphériques. [2]

I.3.5-Réparation de l'eau sur terre

L'eau est très présente sur notre planète, ainsi vue de l'espace, la terre apparaît bleue car les océans recouvrant près des trois quarts de la surface terrestre (70%). La totalité de l'eau sur terre représente un volume de 1,4 milliard de km³ sous forme liquide, solide ou gazeuse. Cependant, la majeure partie de l'eau (97 %) est contenue dans les océans et est salée, ce qui la rend inutilisable pour l'homme.

L'eau douce n'en représente que 2,6 % et concerne :

- pour la majeure partie, les glaciers de montagne, les inlandsis du Groenland et de l'Antarctique (près de 2 %).
- les eaux douces souterraines (moins de 1 %, la majorité des eaux souterraines est salée, donc ne sont pas douces) .
- les eaux de surface (cours d'eau, sols gelés, marécages et lacs d'eau douce : (0,03%) .
- l'atmosphère (0,001%).
- les êtres vivants (0,0001%).

La moitié de cette eau douce représente l'eau disponible pour l'usage humain avec seulement 0,3% du volume d'eau de la planète ,soit 4 millions de km³. [6]

I.4-LES CARACTERISTIQUES QUALITATIVES DE L'EAU DE CONSOMMATION

I.4.1-Les paramètres organoleptiques

Ces différents caractères doivent être appréciés au moment du prélèvement : certaines odeurs peuvent, par exemple, disparaître pendant le transport, ou l'aspect de l'échantillon se modifier au cours du stockage. [7]

I.4.1.1-L'odeur

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution, il est peut être définie comme :

L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. La qualité de cette sensation particulière provoquée chacune de ces substances. [4]

I.4.1.2-La couleur

La coloration d'une eau dit vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité. [4]

I.4.1.3-La saveur

Le goût n'a aucun appareil pour le mesurer. C'est un ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique communes perçues l'aliment ou la boisson set dans la bouche selon les physiologistes, il existe trois saveur principales :

- ✓ Le salé
- ✓ Le sucré
- ✓ L'amer
- ✓ L'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation, par certaines substances solubles des bougeons gustatifs. la qualité de cette sensation particulière provoquée par ces substances. [4]

I.4.2-les paramètres physico-chimiques

I.4.2.1-La température (T°)

C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde. [8]

I.4.2.2-Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH (potentiel hydrogène) mesure la concentration en ion H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 10. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteur multiple, dont l'origine de l'eau. Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH -mètre ou par coloration. [8]

Tableau I.1 : classification des eaux d'après leur pH. [8]

$pH=5$	Acidité forte → présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux souterraines.
$pH=7$	pH neutre.
$7 < pH < 8$	Neutralité approchée → majorité des eaux de surface.
$5,5 < pH < 8$	Majorité
$pH=8$	Alcalinité forte, évaporation intense.

I.4.2.3- La turbidité

La turbidité des eaux étant généralement due à la matière colloïdale (les matières inertes ou vivantes exemple :argiles, hydroxyde métallique, les micro-organismes, les fibres ,protéines....) et aussi à couleur à cause de la présence des matières organiques dissoutes de fer ferrique à l'état d'hydroxyde colloïdale, de fer ferreux à des complexes organiques .La turbidité est déterminée par la méthode céphalométrique qui se base sur la diffraction de la lumière pour cela on utilise un turbidimètre. [9]

Tableau I.2 : classes de turbidité usuel le (NTU). [9]

$NTU < 5$	Eau claire
$5 < NTU < 30$	Eau légèrement trouble
$NTU > 50$	Eau trouble

I.4.2.4- la conductivité électrique

La conductivité électriques d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métallique de 1 cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm elle est l'inverse de la résistivité électrique l'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m). [9]

I.4.2.5-la salinité (SAL)

Elle est définie comme la somme des toutes les substances dissoutes dans l'eau, ce qui fait qu'il existe une nombreuse source de minéralisation les concentrations élevées de salinité influencent le goût de l'eau et la conductivité électrique, qui tend à accélérer le phénomène de corrosion, la réduction de la salinité peut être obtenue par la réduction de chaque composant individuel. [10]

I.4.2.6 :Sels dissous (TDS)

On appelle TDS ou (minéralisation totale) la masse totale des minéraux dissous (anions et cations) et non dissous (la silice) exprimés en mg /l. [10]

I.4.3-les paramètres de pollution

I.4.3.1-Les nitrates (NO_3^-)

Les nitrates sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau, qui sont directement assimilables par les plantes, ils sont ajoutés au sol soit directement par les agriculteurs soit indirectement par le fumier ou le purin, à cause de leur bonne solubilité dans l'eau les nitrates, sont facilement éliminés du sol en direction de la nappe phréatique, en particulier quand le sol est en jachère. [11]

I.4.3.2-les nitrites (NO_2^-)

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés, ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniac et les nitrites sa présence est due soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac soit à la réduction des nitrates ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrate, la présence des nitrites d'origine naturelle est très rare on en a signalé l'existence dans l'eau de fonte des neiges et dans des nappes aquifères profondes. [12]

I.4.3.3-les phosphates (PO_4^{3-})

Les phosphates proviennent des activités agricoles et des rejets des agglomérations, ils sont facilement entraînés vers les cours d'eau par les ruissellements et tous les déversements résiduels ou agricoles. [13]

I.4.3.4- l'ammonium (NH_4^+)

Il est important d'éliminer l'ammonium avant l'introduction de l'eau dans le réseau parce qu'il réagit avec le chlore pour produire des chloramines, qui sont des désinfectants moins efficaces et peuvent provoquer des goûts désagréables, certaines bactéries transforment l'ammonium en nitrite puis en nitrate.

L'ammonium n'a pas d'effet appréciable sur la santé du consommateur mais sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution dans les eaux profondes, sa présence peut également être due aux conditions réductrices régnant dans une nappe, il doit être éliminé dans les eaux de consommation car c'est un élément qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux de distribution. [13]

I.4.3.5-les sulfates (SO_4^{3-})

Les sulfates sont naturellement présents dans les minéraux et ont de nombreuses applications commerciales, principalement dans l'industrie chimique, leur présence dans l'eau peut provenir des effluents industriels et de dépôts d'origine atmosphérique, mais les concentrations les plus élevées se rencontrent généralement dans les eaux souterraines et sont d'origine naturelle, l'ion sulfate est d'un des anions les moins toxiques, toute fois des concentrations élevées peuvent avoir un effet purgatif on entraîne une l'eau de boisson du réseau de distributions. [13]

I.4.3.6-le fer

Le fer peut se rencontrer dans l'eau sous différentes formes, dans les conditions habituelles, c'est-à-dire pour pH variant entre 4.5 et 9 le fer soluble présent est généralement à l'état ferreux peut atteindre des teneurs élevées, en l'absence de complexes le fer ferrique n'est soluble d'une façon significative qu'à des pH inférieurs à 3. Pratiquement, les eaux superficielles, n'en contiennent qu'un très peu, rarement, plus d'1 mg /l. Sous l'action de l'air ou par addition de chlore, le fer est oxydé sous forme ferrique et peut être hydrolysé pour donner un hydroxyde de fer insoluble -c'est généralement sous cette forme qu'on le trouve dans les échantillons sauf si le prélèvement a été pratiqué de telle façon qu'il ne se produise aucune oxydation le fer peut être en solution vraie à l'état colloïdale, plus ou moins combiné à la matière organique sous forme de complexes organiques ou minéraux ou sous forme de particule en suspension. [12]

I.4.4-les paramètres volumétriques

I.4.4.1-le calcium (Ca^{2+})

C'est un élément dominant dans les eaux potables et il traduit la dureté de l'eau, il est trace dans les eaux de pluie, les quantités susceptibles d'être ingérées sous forme de poisson sont inférieures aux quantités nécessaires à l'organisme, estimée approximativement à 0.7g/jour. [14]

I.4.4.2-le magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature. Il constitue environ 2.1% de l'écorce terrestre. Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau .a partir d'une concentration de 100mg /l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un gout désagréable à l'eau. La teneur en magnésium est obtenue par la différence entre la dureté totale et la dureté calcique. [14].

I.4.4.3-Titre hydrométrique (TH)

La dureté de l'eau est liée à la qualité totale des sels de calcium et magnésium dissous dans l'eau. la dureté s'exprime en équivalent de carbonate de calcium ou calcaire ($CaCO_3$), mais parfois en degrés hydrotimétriques français.la dureté de l'eau dépend à la fois de la concentration des ions calcium (Ca^{2+}) et de celle des ions magnésium (Mg^{2+}). [15]

I.4.4.4 -Titre alcalimétrique simple (TA)

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et carbonates alcaline caustique. Donc c'est la teneur en hydroxyde (OH^-) et la moitié de la teneur en carbonate (CO_3^{2-}).[15]

I.4.4.5-Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le titre alcalimétrique complet ou TAC c'est le volume d'acide (exprimé en ml à 0.02mol.l-1 en ions H_3O^+ nécessaire pour doser 100ml d'eau en présence de méthylorange le TAC s'exprime en F° .

Le TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates. [15]

I.4.4.6-Chlorures (Cl^-)

Les chlorures existent dans toutes les eaux à des concentrations variables ils peuvent avoir plusieurs origines :

- Percolation à travers des terrains salés.
- Infiltration d'eaux marines dans les nappes phréatiques.
- Activités humaines et industrielles.

Les normes algériennes préconisent pour les chlorures une concentration maximale acceptable de 200mg/l et une concentration maximale admissible de 500mg/l une présence excessive des chlorures dans l'eau d'alimentation, la rend corrosive pour les réseaux de distribution et nocive pour les plantes. Une forte fluctuation des chlorures dans le temps peut être considérée comme indice de pollution. [15]

I.5- LES CARACTERISTIQUES BACTERIOLOGIQUES

La qualité biologiques d'une l'eau, c'est l'oxygène qu'elle contient, puisque non seulement l'oxygène est indispensable à toute vie animale ou végétale mais aussi parce que grâce à l'oxygène l'eau est capable de s'auto-épurer. [16]

➤ Critères bactériologiques de l'eau

L'eau doit présenter également une potabilité du point de vue bactériologique, en effet celle –ci étant destinée à la consommation humaine, une eau potable doit satisfaire les conditions bactériologiques suivantes :

Ne pas contenir dans le cas d'une eau traitée des coliformes totaux ni de clostridium sulfite-réducteur, qui constituent des indicateurs de pollution par les matières fécales. [16]

➤ Les micro-organismes recherchés dans l'eau

L'analyse bactériologique des eaux potables consiste en la recherche d'un certain nombre de germes tests, car il est très difficile d'identifier tous les germes dangereux

Dite de contamination fécale la recherche et la numération portent sur :

- Les coliformes totaux.
- Les coliformes fécaux.
- Escherichia coli (E-coli)
- Les streptocoques fécaux

Parmi les mesures d'hygiène visant la protection de la santé publique, le contrôle de la qualité bactériologique des consommations est exigé pour apprécier la potabilité de l'eau. [1]

I.5.1-Les germes aérobies

Sont des germes aérobies mésophiles se développant sur un milieu aérobie sélectif à 22c° pondant 72 heures ou 37 heures. Les germes à 37c° sont dénommés germes indicateurs de pollution fécale et leur présence témoigne de l'existence d'une contamination fécale, par contre les germes à 22c° sont dénommés germes indicateurs d'une contamination de sol. [1]

I.5.2-Les coliformes

➤ Les coliformes totaux

Les coliformes regroupent un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des entrobacteriaceae qui sont aérobies et anaérobies facultatives à gram négatif, en forme de bâtonne et produisant des colonies foncées à reflets vert métallique en moins de 24 heures, à 37°C sur un milieu Endon contenant du lactose. [15]

➤ 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.

Elles se définissent également comme étant des bactéries aérobies et anaérobies facultatives à gram négatif, en forme bâtonne et sont des indicateurs d'une contamination d'origine fécale récente. [15]

I.5.3-Escherichia coli

Le terme <E. coli > correspond à des coliformes thermo tolérants qui produisent de l'indole à partir de tryptophane à 44°C. Elle fait partie du groupe des coliformes totaux, sa présence dans l'eau indique non seulement une contamination mais aussi la présence possible des bactéries ou des virus. [15]

Sous la dénomination générale de << streptocoques fécaux >>, il faut entendre l'ensemble des streptocoques possédant la substance (acide technique) antigénique. Il s'agit de cocci à gram positif de forme sphérique ou ovoïde 'se présentant en chaînette plus ou moins longues 'non sporulés' aéro-anaérobies facultatif ne possèdent ni catalase ni oxydase. [15]

I.5.4-les streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fesses animales, ou se concentrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution fécale et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants. Ils développent à 37°C pendant 48 heures. [15]

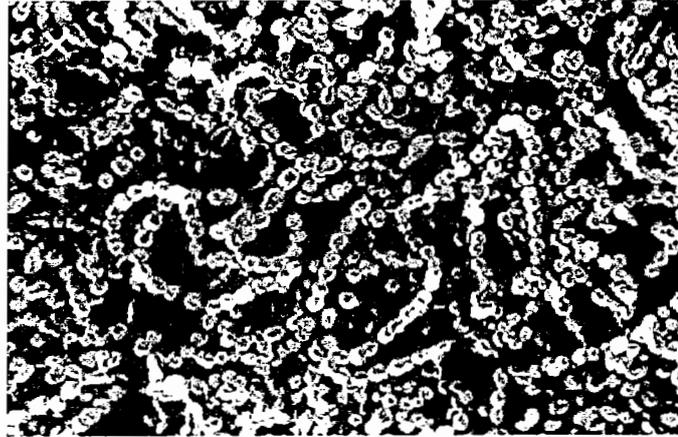


Figure.I. 3 : Streptocoques fécaux [15]

I.5.5. Les clostridiums sulfito- réducteur

Le genre bactérien regroupant des bacilles à gram positif anaérobie souvent sporulés, anaérobies strict. Pour la plupart mobile en générale par l'intermédiaire de flagelles péritriches. Leur présence indique une ancienne contamination. [15]



Figure I.4 : Clostridium sulfito-réducteur

Tableau I.4 : Les normes physico-chimiques et bactériologiques. [6]

Paramètres physico-chimiques	Unité	Normes O.M.S	Normes Algériennes	Normes Françaises
Température	°C	/	25	25
pH	/	7-8.5	6.5-9	6.5-9
Conductivité électrique à 20°C (CE)	µS/cm	/	2800	/
Turbidité	NTU	5	5	2
Oxygène dissous	mg.L ⁻¹ O ₂	5	5	5
Chlorures	mg.L ⁻¹	/	500	200
Dureté Totale	mg.L ⁻¹ en CaCO ₃	500	200	/
Calcium	mg.L ⁻¹	/	200	/
Magnésium	mg.L ⁻¹	/	150	50
Nitrates	mg.L ⁻¹	50-100	50	50
Nitrites	mg.L ⁻¹	/	0.1	0.1
Coliformes totaux	Nbr./100ml	/	Abs	/
streptocoques	Nbr./100ml	/	Abs	/

— / CHAPITRE II

*Pollution, Maladies à transmission
hydrique et traitement*

Chapitre II

II.1-POLLUTION D'EAU

II.1.1-Définition de pollution d'eau

La pollution d'eau est une altération des qualités naturelles (physiques et chimiques) d'une eau. C'est à la fois l'action et les processus de dégradation des qualités de l'eau. La pollution des eaux souterraines entraîne le risque permanent de limitation de cette ressource dans un proche avenir. Elle résulte essentiellement de l'activité humaine indépendamment de la détérioration naturelle liée aux facteurs géologiques. [17]

II.1.2-Les sources de pollution

L'activité humaine, qu'elle soit son origine, industrielle, urbaine ou agricole, produit une quantité de substances polluantes de toute nature qui engendrent de différents grande ville par exemple), périodique ou encore accidentelles ou aiguës. [18]

De ce fait, les trois principales sources de pollution sont :

II.1.2.1- Pollution domestique

Dans le cas d'un assainissement, collectif ou individuel, défectueux, des substances indésirables contenues dans les eaux vannes et les eaux ménagères peuvent être transférées à la nappe (matières organiques, détergents, solvants, antibiotiques, micro-organismes...) Le cas se produit avec les puits perdus, l'assainissement individuel avec infiltration dans le sol mal conçue ou mal dimensionnée, les stations d'épuration urbaines surchargées... Les ordures ménagères accumulées dans des décharges sauvages ou non mises à la norme (centre d'enfouissement technique) libèrent également des lixiviations riches en polluants. [18]

Tableau II.1 : Origines et natures de différentes sources de pollution de l'eau. [19]

Type de pollution	Nature	Origine
physique	Rejet d'eau chaude	Centrales thermiques Nucléaires
	M.E.S (matière en Suspension)	Rejet bain érosion des sols.
Chimique	Matière organique	Effluents domestiques, agricoles, agroalimentaires.
	Fertilisants (nitrate, phosphate)	Agriculture, lessives.
	Métaux (Cd, Pb, Al, As)	Industries, agriculture, Déchets
	Pesticides (insecticides, herbicides, fongicides...)	Industries, agriculture.
	Organochlorés (PCB, Solvants)	Industries
	Composés organiques de Synthèse	Industries.
	Détergents	Effluents domestiques.
	Hydrocarbures	Industrie pétrolière, Transports
Biologique	Bactéries, virus,	Effluents urbains,

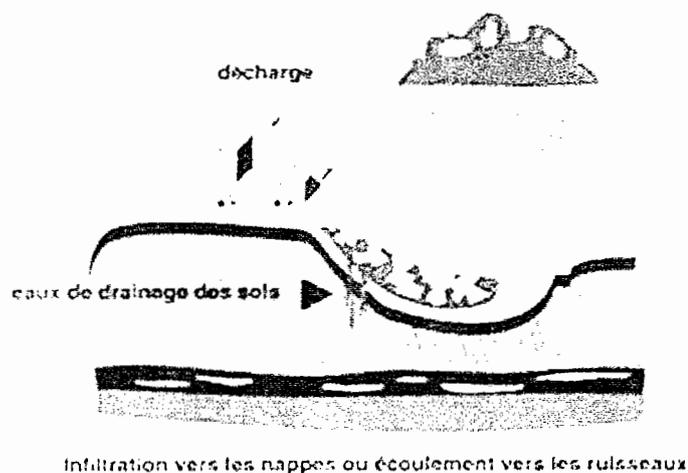


Figure .II.1: La pollution domestique. [17]

II.1.2.2 - 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... Les pollutions sont exceptionnelles (incident dans un procès) mais encore trop souvent chroniques (fuite de réservoirs, de canalisations...) Un cas surfaces. En effet, les pratiques actuelles des cultures et de l'élevage influencent fortement le régime et la qualité des eaux. L'utilisation massive des engrais et des produits chimiques de traitement des plantes détruit la vie dans les rivières et rend impropres à la consommation humaine, et parfois animale, les eaux superficielles et souterraines, alors que les professionnels agricoles ont longtemps nié l'impact de leur activité sur la qualité de l'eau et refusé la moindre contrainte.

Le transfert particulier est celui des exploitations minières. L'extraction des granulats en plaine alluviale met en contact l'eau de la nappe avec les polluants éventuels. [19]

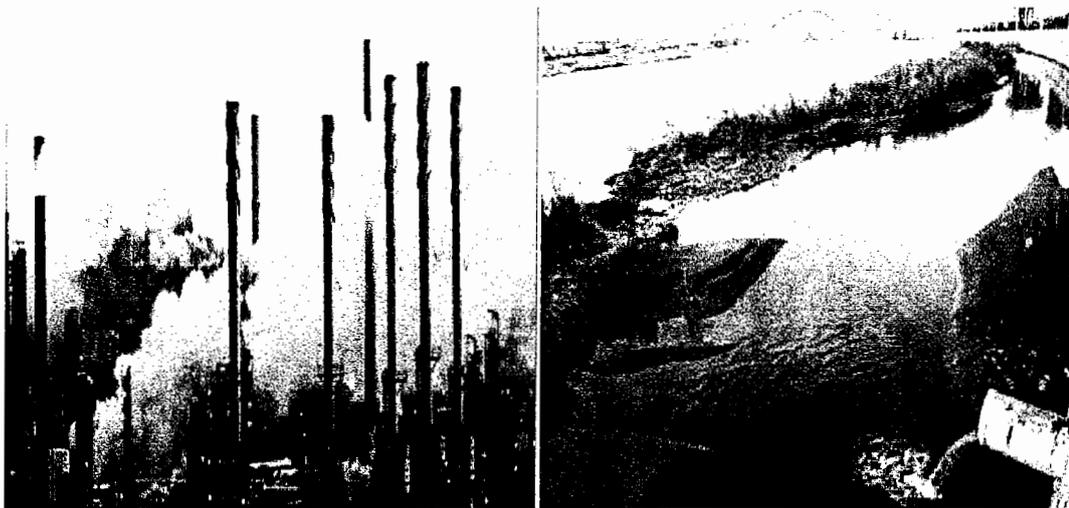


Figure .II.2 : Exemple d'une pollution industrielle. [19]

II.1.2.3- Pollution agricole

La pollution est étendue dans l'espace et dans le temps ; elle est chronique et concerne de grandes des engrais et pesticides à la nappe se fait soit par infiltration sur l'ensemble de la surface cultivée, soit par rejet dans des puits perdus, des gouffres set bétoires. La pratique de l'irrigation accélère le transfert. Une pollution ponctuelle commune est fournie par les eaux de rinçages des récipients et appareils d'épandage. L'épandage des boues de

stations d'épuration pose problème par leur charge possible en métaux lourds et germes, en plus de leur richesse en azote résiduelle après culture.

Les élevages intensifs de bovins et volailles produisent une grande quantité de déjections azotées qui doit être stockées en réservoirs étanches avant d'être utilisée comme engrais. Les lisiers sont responsables de la charge en nitrates des nappes. [18]

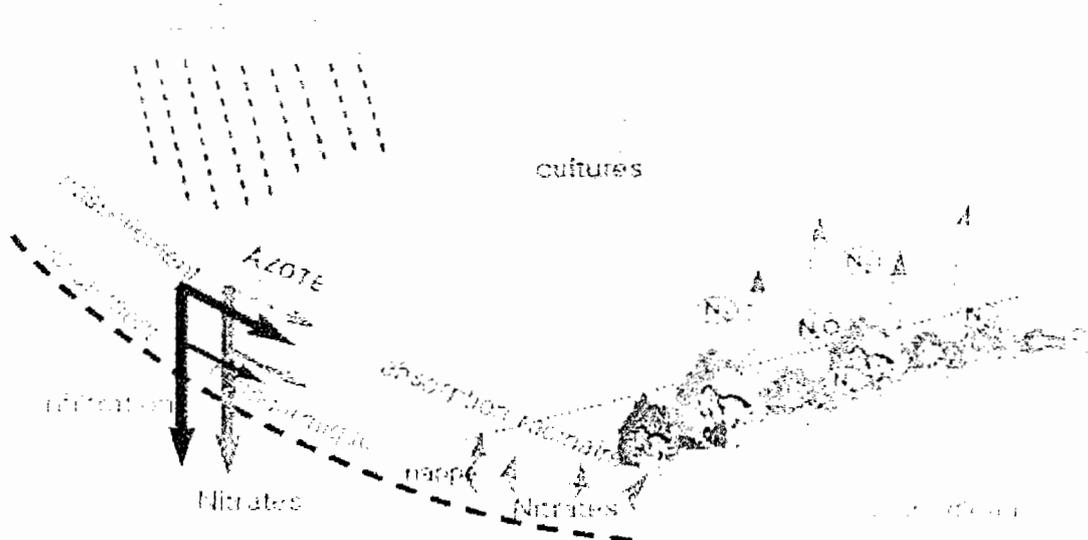


Figure .II.3: La pollution agricole. [18]

II.1.3- Les principaux polluants :

Il existe plusieurs manières de classer la pollution. Selon le type de polluant, on peut classer la pollution en trois catégories : pollution physique, pollution chimique et pollution biologique.

II.1.3.1-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, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires). [20]

II.1.3.2-Pollution chimique

Elle est due au déversement des rejets industriels apportant de grandes quantités de substances chimiques dont certaines sont non dégradables. [20]

II.1.3.3-Pollution biologique

Il s'agit de la pollution par les micro-organismes (bactéries, virus, parasites, champignons, efflorescences planctoniques...etc.). [21]

II.2-Les maladies à transmission hydrique

Les maladies à transmission hydrique (MTH), sont à l'origine de la mortalité élevée des populations des pays en voie de développement. L'eau contaminée par les micro-organismes est une source d'infections très importante.

Selon le type de micro-organismes, la dose infectieuse, les voies d'exposition aux agents infectieux, nécessaires pour provoquer la maladie, est très variable. En général, la dose nécessaire est plus faible dans le cas des virus et des protozoaires qu'avec les bactéries. Ainsi, l'ingestion de 1 à 10 particules virales ou de quelques kystes de protozoaires peut provoquer la maladie alors qu'une concentration de 10^3 à 10^6 organismes est nécessaire dans le cas de certaines bactéries. [22]

II.2.2.1-Les maladies d'origine bactérienne :

Les eaux peuvent transmettre un certain nombre de maladies d'origine bactérienne. On les cite avec les différents germes en cause :

➤ Le choléra

C'est une maladie infectieuse diarrhéique à caractère épidémique, d'origine bactérienne, transmise par voie digestive. L'agent pathogène de Choléra est un bacille Gram-: *Vibrio cholerae*. Il s'agit d'une bactérie appartenant à la famille des Vibrionaceae et au genre du cholerae. La transmission de ce germe est donc hydrique ou interhumaine : eaux polluées, produits marins contaminés, fruits et légumes irrigués, mains sales (toilette et transport des cadavres, repas).

Le syndrome «cholérique» est caractérisé par l'apparition brutale d'une diarrhée aqueuse, eau de riz, d'odeur fade, sans glaire ni sang, avec des vomissements abondants, entraînant une déshydratation rapide et sévère réalisant la triade «diarrhée aqueuse, vomissements, déshydratation». Le nombre d'émission est de l'ordre de 10 à plus de 50 par jour (4 à 20 litres de liquides). [24]

Tableau II.2 :Principales infections humaines transmissibles par l'eau. [23]

Pathologies	Agent Responsable	Origine la plus Fréquente
<u>Pathologie digestive</u>		
• Fièvres typhoïde	Salmonella typhi	Aliments
• Gastro-entérites	(PARA A -B) •E. coli Salmonella sp. Shigelles sp. Yersinia Amylobacter • Giardia	Eau de boisson (EB) EB Aliments crus Baignades
• Choléra	Cryptosporidium • Rotavirus	EB, Aliments
• Hépatites A, E	Vibrio cholerae Virus	
<u>Pathologie respiratoire</u>		
-ORL	Legionella sp.	
• Légionellose	Aspergillus sp	Eaux aérosolisées
• Mycoses pulmonaires	Actinomycetes Thermophiles	Compostage
• Affections ORL	Adénovirus Reovirus	Piscines Baignades
• Méningo-encéphalites Amibiennes		Baignades (eau douce)
<u>Pathologie cutanéomuqueuse</u>		
• Dermatomycoses	Dermatophytes	Métiers au contact de l'eau :
• Candidoses	Candida albicans	piscines,
• Leptospirose	• Leptospires	baignades,
• Suppurations Bactériennes	• Streptocoque hémolytique du groupe A • Staphylococcus • Pseudomonas Furcocercaires	eaux usées, terrassment

➤ La fièvre typhoïde

La fièvre typhoïde (du grec tymphos, torpeur) ou typhus abdominal est une maladie infectieuse découverte en 1818 par Pierre Bretonneau, causée par une bactérie de la famille Entérobactérie, du genre des salmonelles dont les espèces responsables sont: Salmonella enterica, Salmonella typhi ou Salmonella paratyphi A, B et C. C'est une maladie

bactérienne transmissible strictement humaine. Elle est provoquée par des salmonelles que l'on trouve dans le lait, la nourriture ou l'eau contaminée.

Elle est parfois grave, en particulier en raison de ses complications et du terrain sur lequel, elle survient généralement, la malnutrition. Son diagnostic est souvent difficile d'où l'importance d'évoquer une typhoïde devant toute fièvre qui dure, habituellement associée à des troubles digestifs ou neurologique . [25]

➤ **La gastro-entérite :**

A appelée familièrement « gastro », est une inflammation intestinale faisant suite à une infection touchant les muqueuses présentes dans l'estomac et l'intestin. Cette pathologie est due dans la majorité des cas à un virus Ou plus rarement à des bactéries. La gastro-entérite bactérienne est généralement transmise par l'eau ou par les aliments souillés et causée par des salmonelles, des staphylocoques et des shigelles.

Elle se manifeste essentiellement par les symptômes suivants : des nausées, des vomissements, des crampes abdominales et de la diarrhée. [26]

➤ **La dysenterie**

Terme générique qui caractérise des maladies entraînant une diarrhée douloureuse et sanglante accompagnée de coliques, de nausées et de vomissements. Il existe la dysenterie bacillaire ou shigellose (causée par diverses bactéries), dysenterie amibienne ou amibiase (causée par des amibes). Seule la shigellose peut entraîner la mort, les taux de mortalité peuvent atteindre 20%. [27]

➤ **les maladies d'origine virale :**

Aux côtés des maladies d'origine bactérienne, nous avons des maladies virales. On peut citer :

• **L'hépatite A**

L'hépatite A est l'hépatite virale la plus répandue au monde avec des zones de haute endémicité en Afrique et en Asie du Sud-est. Elle est bénigne dans près de 99% des cas. L'agent causal de cette maladie est le virus de l'hépatite A (VHA) appartenant à la famille de Picornaviridae genre Héparna virus. Le virus de l'hépatite A (VHA) se transmet en général par voie féco-orale, soit par contact direct d'une personne à l'autre, soit par ingestion d'eau ou d'aliments contaminés.

La contamination peut être par l'eau de boisson ou de piscine contaminée. Les eaux usées sont également susceptibles de transmettre le VHA au personnel d'entretien des réseaux d'assainissement. Pour cette maladie virale, il n'y a pas de traitement spécifique. Il y a des vaccins sûrs et efficaces utilisés pour la prévention de l'hépatite. [28]

➤ **La poliomyélite**

La poliomyélite est une maladie infectieuse aiguë, essentiellement neurotrophe, immunisante, endémo-épidémique, causée par des poliovirus sauvages (3 stéréotypes différents 1, 2 et 3). La transmission se fait par voie oro-pharyngée dans les pays développés, par voie féco-orale dans les pays en voie de développement (mains sales, eaux). L'infection est inapparente dans l'immense majorité des cas; une forme clinique patente pour 200 formes inapparentes. [28]

Cette maladie est apparue dans les pays à mauvaise hygiène : l'endémie y est permanente avec une recrudescence saisonnière estivo-automnale, elle touche surtout les jeunes enfants entre 3 mois et 5 ans (paralysie infantile). [29]

➤ **Les maladies d'origine parasitaire**

En plus des maladies d'origine bactérienne et virale, on trouve les épidémies d'origine hydrique dues à des parasites par exemple : l'ankylostome, la dracunculose, le téniasis...etc. [30]

➤ **La bilharziose :**

Aussi, maladie parasitaire transmise par la Schistosoma mansoni qui vit dans les veines abdominales de l'homme et expulse ses œufs dans l'urine et les fèces. La maladie est répandue dans les régions tropicales et 2 millions de personnes seraient touchées. La victime succombe généralement après des années d'affaiblissement mental. [30]

➤ **L'onchocercose :**

Une maladie parasitaire que l'on trouve particulièrement en Afrique et qui engendre la cécité. Le parasite responsable est un ver véhiculé par une mouche c'est la simulie, dont les larves vivent dans les eaux courantes. Pour tuer cette larve et éradiquer la maladie, les eaux des rivières doivent être traitées aux insecticides pendant parfois plusieurs années.

Enfin, le plasmodium est l'agent responsable du paludisme, est un protiste qui ne vit pas dans l'eau. Il parasite un moustique qui lui en a besoin et qui se satisfait de la moindre eau stagnante. Cette maladie transmise à l'homme par la simple piqûre d'un moustique infecté, se traduit par des accès intermittents de fortes fièvres. [26,30]

II.3 -L'importance du traitement des eaux :

Les eaux brutes ne respectent pas toujours les conditions prescrites de potabilité à cause des phénomènes de pollution. Ainsi, les distributeurs d'eau sont amenés à traiter des eaux non potables pour fournir aux consommateurs une eau de qualité satisfaisante répondant aux normes en vigueur. [31]

En plus de la fonction principale du traitement de l'eau potable qui est la production d'un produit sur d'autres facteurs sont aussi à prendre en considération et plusieurs éléments doivent être respectés :

- La suppression des matières en suspension et le rendu de propre, sans couleur et sans goût et odeur désagréables.
- La désinfection de l'eau de sorte que le nombre de bactéries soient réduites à un niveau approprié.
- La suppression des produits chimiques nocifs pour la santé et la réduction aux niveaux le plus bas possible des produits chimiques qui pourraient interférer des conditions domestiques et industrielles circuit d'alimentation (conduites)
- La minimisation de la quantité de matière passant dans le circuit d'alimentation qui pourrait encourager la croissance et le développement biologique . [32]

II.3.1- Les étapes de traitement de l'eau : [33]

II.3.1.1-Le prétraitement

Le prétraitement est un ensemble d'opérations physiques dans des ouvrages placés en tête de la station d'épuration, leurs rôles consistent à alléger les eaux usées brutes de manière générale pour la suite du traitement. [1]

Généralement le prétraitement est constitué de :

- **Le dégrillage :** Phase initiale de l'épuration d'un effluent pollué consistant à éliminer les déchets solides et les particules de fort diamètre.

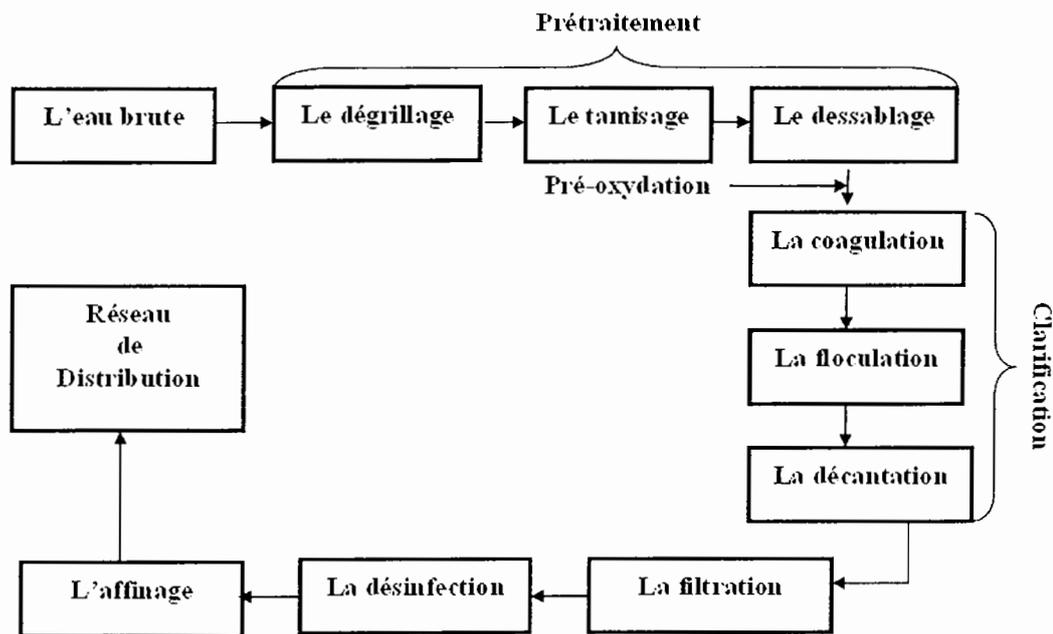


Figure II.4: les étapes de traitement de l'eau. [33]

Le dégrillage, premier poste de traitement, indispensable sur les eaux de surfaces et les eaux résiduaires permettent :

- De protéger les ouvrages en aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages.
- De séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses.

Le dégrillage se fait généralement par des grilles métalliques. [34]

➤ **Le dessablage :**

Le dessablage est une opération qui vient immédiatement après le dégrillage dans le traitement des eaux polluées. Ce procédé permet, par décantation, de retenir les sables et autres particules de même taille mélangés dans l'eau par ruissellement ou amenés par l'érosion de la canalisation. Ce matériaux s'il n'était pas enlevé ce déposerait plus loin gênant le fonctionnement de la station et provoquant une usure plus rapide des éléments mécaniques comme les pompes.

Les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge. [35]

➤ **Le déshuilage**

Le déshuilage est une opération de séparation liquide, il permet d'éliminer par gravitation naturelle les hydrocarbures liquides en particulier les lubrifiants d'un effluent liquide pollué.

Cette opération est facile à mettre en place parce que les huiles sont plus légères que l'eau. Grâce à la floculation, les huiles remontent à la surface, il faut ensuite racler la surface du déshuileur pour récupérer l'huile. [35]

II.3.1.2-Le micro tamisage

Le micro tamisage est une opération destinée à retenir les impuretés solides présentes dans un liquide. Il est réalisé grâce à l'utilisation d'une toile en fil, en fibre ou bien une membrane poreuse. le liquide va traverser la toile, certains solides vont être arrêtés par le micro tamis car les dimensions de la matière solide sont supérieures à celles des mailles du micro tamis. [1]

II.3.1.3-La décantation primaire

La décantation primaire permet de séparer les matières décan tables sous l'effet des forces de la pesanteur, ce qui permet d'allèges le traitement biologique qui suit la décantation primaire. [1]

II.3.1.4-La clarification

La clarification est un ensemble d'opérations qui permettent d'éliminer les matières en suspension (organiques ou minérales) d'une eau brute ainsi qu'une partie des matières organiques dissoutes. Suivant la concentration de l'un et d'autres des différents polluants, on peut être amenés à pratiquer des opérations de plus en plus complexes qui vont de la simple filtration avec ou sans réactifs jusqu'à la coagulation, floculation, décantation. [8]

II.3.1.5-La coagulation /floculation

La coagulation/ floculation est un procédé de traitement physico-chimique d'épuration de l'eau utilisée pour le traitement de potabilisation ou de traitement de l'eau usée. Son principe sur la difficulté qu'ont certaines particules à se décanter naturellement (les colloïdes). [8]

➤ La coagulation

Dans un premier temps la coagulation par un ajout de sels métalliques (généralement de fer ou d'aluminium) permet de supprimer la répulsion inter colloïdales : les cations métalliques (Al^{3+} et Fe^{3+}) se lient aux colloïdes et les neutralisent. Les particules colloïdales peuvent désormais se décanter. [8]

➤ **La floculation**

Dans un second temps, la floculation permet de s'attaquer aux problèmes de faibles diamètres des colloïdes. Le véritable souci est en fait la masse qui ne permet pas une sédimentation naturelle et exploitable dans ce cadre de traitement.

La solution exploitée par la floculation est de provoquer, grâce à l'ajout de flocculant, une agglomération de particules colloïdales, par la suite cette agglomération de colloïdes appelée floc dispose d'une masse suffisante pour pouvoir se décanter.[8]

II.3.1.6-L'oxydation

Si les eaux contiennent beaucoup de matières organiques ou encore de l'ammoniaque, du fer ou du manganèse, une étape d'oxydation préalable est nécessaire. Elle permet d'éliminer plus facilement ces substances au cours de l'étape suivante dite de clarification, on utilise pour cela un oxydant comme le chlore ou l'ozone. [8]

II.3.1.7-L'adsorption

L'adsorption est une opération qui met en œuvre du charbon en poudre ou en grains, plus rarement des résines qui se caractérisent par une très grande surface spécifique et par la présence de sites actifs qui vont fixer des molécules dissoutes, les éliminant ainsi du mieux à traiter. [8]

II.3.1.8 -La désinfection

En fin de traitement, la désinfection permet l'élimination des micro-organismes pathogènes (bactéries ou virus) on utilise pour cela, soit un désinfectant chimique, comme le chlore ou l'ozone, ou bien une désinfection physique comme les rayons ultraviolets ou infrarouges.

Il est important que ce traitement persiste tout au long du réseau afin qu'aucun germe ne puisse se développer dans les canalisations ou l'eau peut séjourner. [33]

II.3.2 L'utilisation de l'eau

De toutes les matières l'eau est la plus importante pour l'existence, la survie et le développement des êtres vivants :

- L'eau a une énorme influence sur le climat : c'est un régulateur de chaleur important pour l'atmosphère et cela grâce à l'absorption des rayonnements provenant de la terre.
- L'eau constitue une grande partie du corps humain dont lequel elle transporte des substances.
- Pour les plantes, l'eau sert de moyen de transport des substances nutritives
- Dans l'industrie l'eau a plusieurs fonctions, elle joue le rôle de fluide, solvant, milieu réactionnel, ou substance primaire.
- Dans la vie quotidienne l'eau constitue un moyen d'alimentation, d'évacuation, et de nettoyage. [36]

— / CHAPITRE III

Matériel et méthode

Chapitre III

MATRIciel III METHODO

III.1- PRESENTATION DE L'UNITE DE L'ADE DE BOUIRA :

III.1.1- Historique :

« L'Algérienne des eaux », par abréviation « ADE » est un établissement public national à caractère industriel et commercial.

Au lendemain de sa création, le 21 avril 2001, l'Algérienne des eaux s'est appliquée la mise en place de ses structures, l'impulsion de la gestion et de la levée des préalables à un transfert organisé en sa faveur des établissements en charge de la production, l'exploitation et la gestion de distribution de l'eau. Les objectifs stratégiques assignés à ce nouvel établissement étant d'assurer une meilleure satisfaction des besoins en eau des usagers, d'assurer une gestion plus efficiente de la ressource en réduisant les gaspillages divers (fuites) et de redonner à l'eau sa valeur économique.

I.1.2- Les missions essentielles de l'ADE :

- Le service public de l'eau potable visant à assurer la disponibilité de l'eau aux citoyens.
- L'exploitation (gestion et maintenance) des systèmes et installations permettant la production, le traitement, le transfert, le stockage et la distribution de l'eau potable et industrielle.
 - La normalisation et la surveillance de la qualité de l'eau distribuée.
 - La maîtrise d'ouvrages et la maîtrise d'œuvre pour son propre compte et/ou celui des collectivités locales.
 - La maîtrise d'ouvrage déléguée et réalisée contre rémunération par le maître d'ouvrage.
 - La police des eaux.
 - L'initiation de toute action visant l'économie de l'eau (lutte contre le gaspillage).

L'unité de Bouira dépend de la zone de TIZI OUZOU, elle est structurée en six centres : Bouira, Lakhdaria, Sour- El Gozlane, Ain Bessem, M'chedellah, Bordj Okhris. Elle gère un ensemble de 30 communes sur 45 que compte la wilaya. La raison d'être de l'algérienne des eaux est de mettre à la disposition des clients une eau potable de qualité répondant aux normes universelles. La livraison d'une eau de qualité exige un contrôle rigoureux et permanent, pour cela l'unité de Bouira dispose de trois laboratoires : laboratoire

d'unité, laboratoire de la station de traitement du barrage l'kehal et la station de traitement du barrage Tilesdit. Ces derniers sont dotés du matériel nécessaire pour pouvoir effectuer des analyses physico-chimiques et bactériologiques à même de découvrir toute contamination des eaux.

III.1.3-Schéma d'organisation de l'ADE :

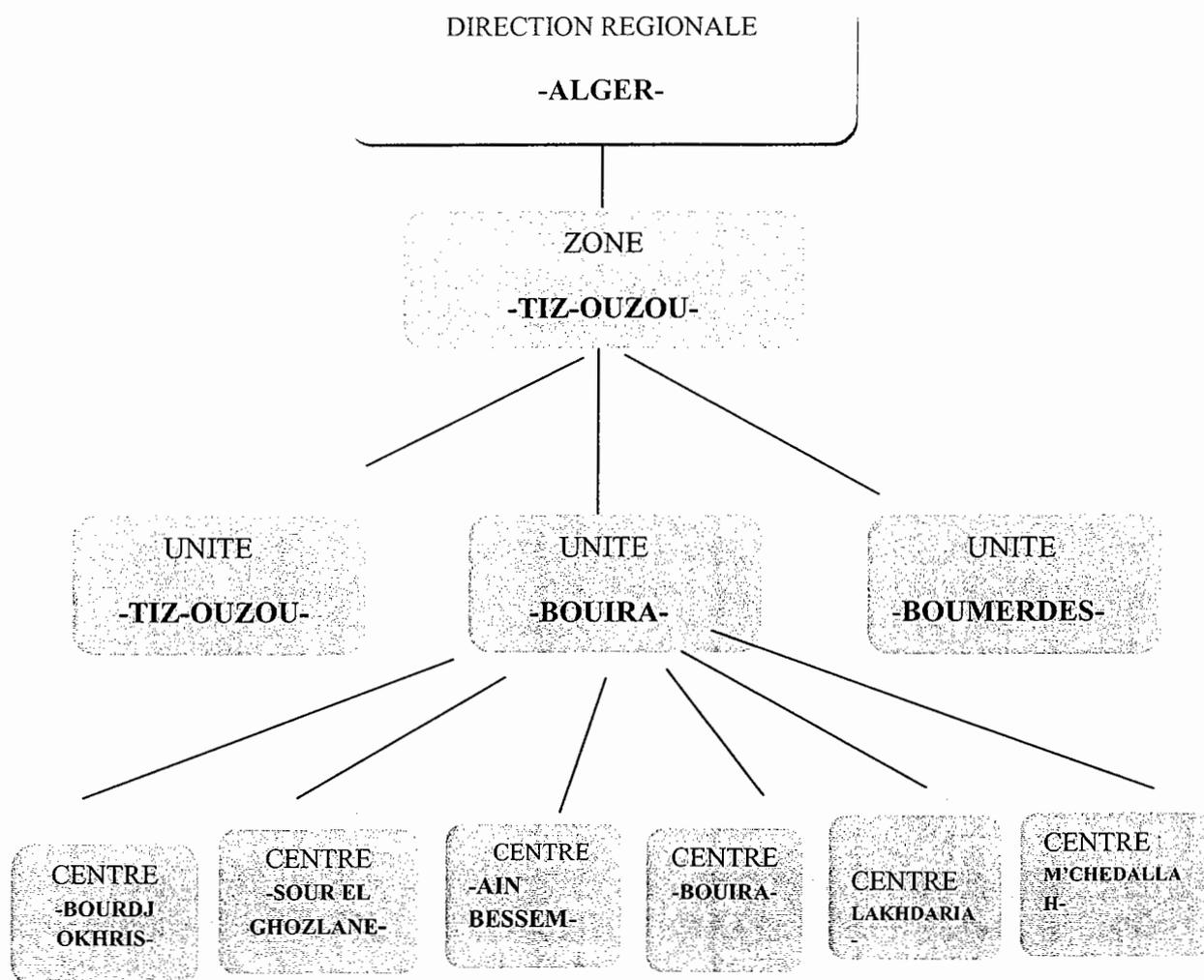


Figure III.1 : Organisation de l'ADE

III.1.4- Présentation du laboratoire central :

L'unité de Bouira est équipée d'un laboratoire d'analyse qui contrôle la qualité de l'eau distribuée aux abonnés ainsi que les eaux des forages et les eaux stockées dans les réservoirs et surtout les robinets. La collecte des échantillons se fait tous les matins pour l'ensemble des centres relevant de l'ADE de Bouira. La périodicité de cette collecte est de une à deux fois par semaine et par centre. Une fois par semaine est réservée pour le contrôle de la désinfection au niveau des stations de pompage et des réservoirs.

Une fois les échantillons prélevés, ils sont acheminés vers le laboratoire pour analyses physico-chimiques et bactériologiques. Les tests du chlore sont effectués sur site.

III.1.4.1- Les différentes structures du laboratoire :

Le laboratoire comprend deux salles d'analyses :

- Salle des analyses physico-chimiques.
- Salle des analyses bactériologiques

➤ **Organigramme de laboratoire :**

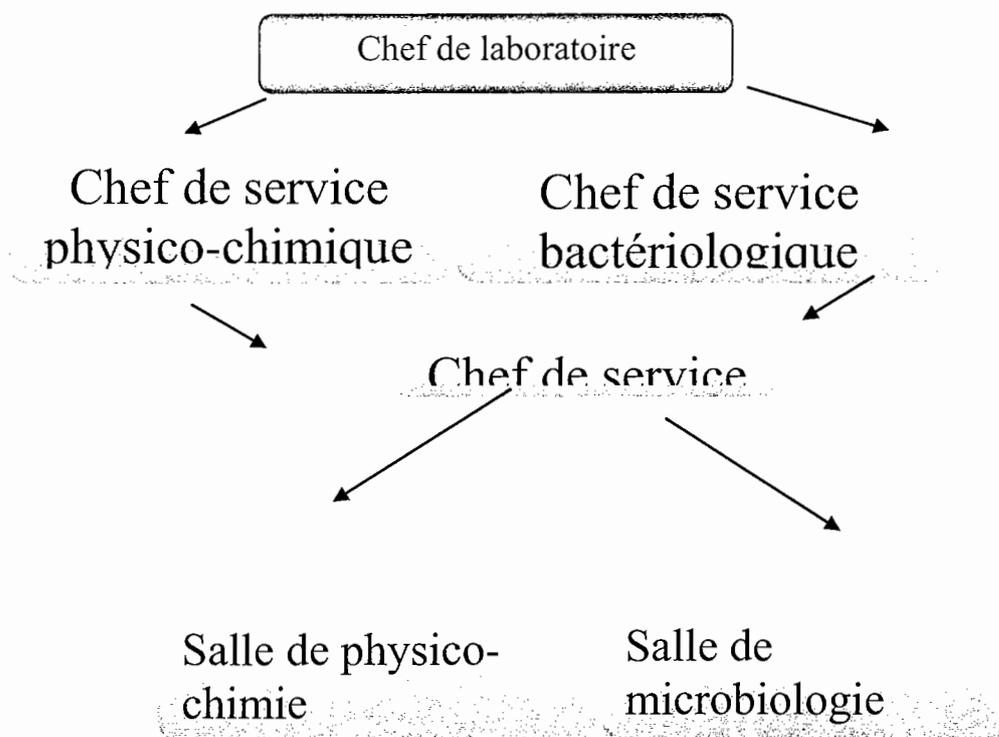


Figure III.2 : Organigramme de laboratoire

But de l'étude :

L'objectif de notre travail consiste à déterminer et contrôler la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau traitée de Bouira.

Nous avons suivi la qualité de l'eau traitée de robinet à travers des analyses physico-chimiques et micro biologiques, qui ont été effectuées au niveau de laboratoire de Bouira, et cela pour une durée estimée de 4 semaines

III.2- ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES :**III.2.1- Méthodes utilisées pour l'analyse physico-chimiques**

Ces analyses nous permettent de connaître la teneur de l'eau en différents minéraux, pour savoir si cette eau répond aux normes fixées par la législation, car certains des minéraux sont toxiques à certaines doses.

III.2.1.1 Matériel et appareils utilisés pour l'analyse physico-chimique :✓ **Matériel utilisé****Tableau III.1 : matériels et les appareils utilisés pour l'analyse physico-chimique**

-Flacon, Fioles jaugées	-Le conductimètre
-Pipette, Eprouvette graduées	- La turbidimètre
-Elenmeyers, Bécher	-Le pH-mètre
-Burettes avec robinet	-Le spectrophotomètre
-Pissettes, Spatules	-Etuve : 180C°
-Pro-pipette.	-Comparateur
	-Balance de précision

III.2.1.2 méthode de prélèvement :❖ **Prélèvement de l'eau de robinet :**

- 1) Il convient d'ouvrir le robinet à débit maximum pendant 5 à 10 secondes.
- 2) Faire le test de chlore à l'aide du DPD₁ ou DPD₄.
- 3) Les flacons seront de nouveau rincés trois fois avec de l'eau à analyser puis remplis jusqu'au bord.

- 4) Le bouchon sera placé de telle façon qu'il n'y ait aucun bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport.

III.2.1.3. Conservation et transport au laboratoire

Pour éviter toute modification que peut subir l'eau dans le flacon, les analyses doivent s'effectuer avant 24 heures après le prélèvement.

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

III.2.2 Les analyses chimiques réduites (ACR)

✓ Test de chlore :(ISO 7393)

❖ Principe

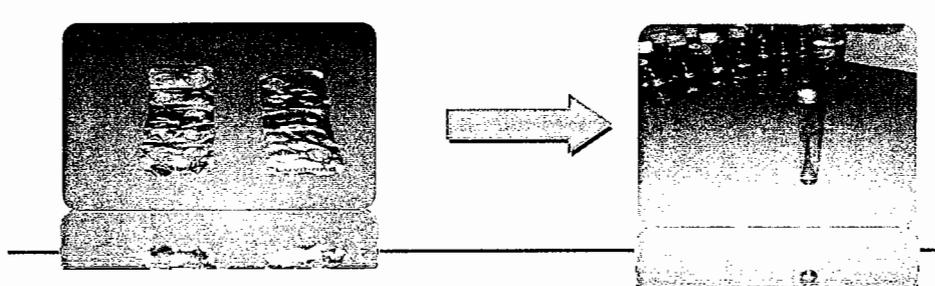
La détermination de la concentration du chlore résiduel dans l'eau en mg/l.

❖ Réactif

-DPD₁, DPD₄

❖ Mode opératoire

- On prend un tube à essai et on le rince avec de l'eau à examiner.
- Remplir le tube avec de l'eau à analyser.
- Ajouter du DPD (N.Ndiéthyl-paraphénylène diamine) l'apparition de la couleur rose veut dire qu'il y a présence du chlore
- Placer le tube dans le colorimètre (comparateur).
- Estimer la concentration du chlore selon le degré de coloration (chaque couleur correspond à une certaine concentration)



e III.3: Dosage de ch

✓ **pH :**❖ **Principe**

Le pH est une unité de mesure du degré d'acidité ou d'alcalinité d'une solution .Il est mesuré entre 0 et 14, il mesure la concentration en ions H_3O^+

❖ **Mode opératoire**

- Allumer le pH mètre.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser dans un petit bécher.
- Tremper l'électrode du pH mètre dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment puis noter le pH.

❖ **Expression des résultats**

Le résultat sont obtenus directement à partir de lecture au PH mètre.

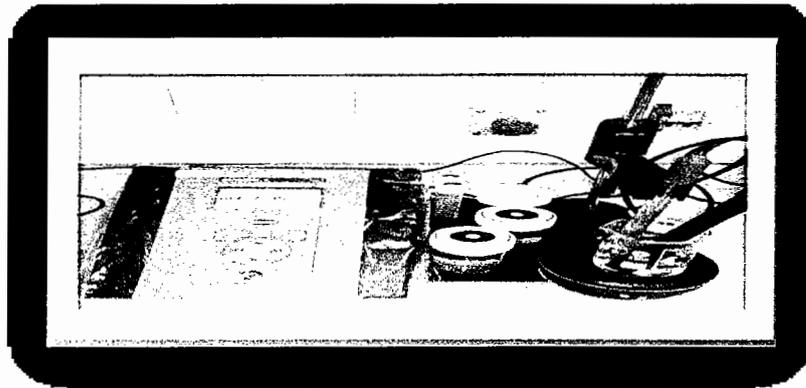


Figure III.4 :l'appareil utilisé est le PH –mètre.

✓ **La température :(AFNOR 90, 100,1972)**

❖ **Principe :** La détermination de la température est relevée directement à l'aide d'un thermomètre digital intégré au conductimètre. Elle est exprimée en c°

❖ **Mode opératoire ;** On plonge la sonde munie d'un thermomètre dans un bécher qui contient les échantillons à analyser .on laisse le conductimètre se stabiliser puis on effectue la lecture et on la rapporte sur le protocole d'analyse.

✓ **Mesure de la conductivité électrique :(NA 749)**

Elle se fait par la méthode conductimétrique.

❖ **Principe :** La conductivité est liée à la présence d'ions en solution. Elle augmentant avec la température et la concentration en sels dissous.

❖ **Mode opératoire :**

- Rincer la verrerie avant l'usage avec de l'eau distillée.
- Allumer le conductimètre.
- Rincer la sonde à conductimètre d'abord avec de l'eau distillée.
- Prendre environ 100ml d'eau à analyser, dans un bécher.
- Tremper l'électrode de conductimètre dans le bécher.

Il faut attendre la stabilisation de la lecture avant prendre la valeur.

❖ **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement sur l'appareil en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

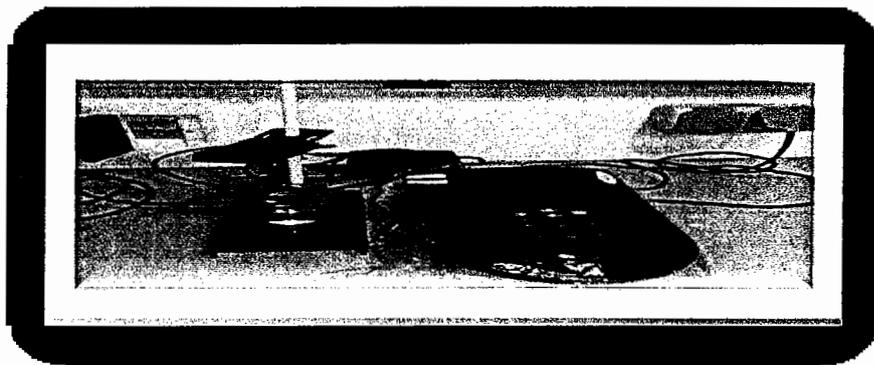


Figure III.5 : L'appareil utilisé est le conductimètre.

✓ **Détermination de la teneur en sels dissous (TDS)**

❖ **Principe :** La teneur en sels dissous est mesurée à l'aide du conductimètre qui fait d'autres mesures aussi, le conductimètre est un appareil qui possède deux électrodes, une est placée à l'intérieur de l'appareil et l'autre est immergée dans la solution, la teneur en sels dissous sera affichée directement sur l'écran.

✓ **Mesure de la Turbidité :(NA 746, ISO 7027/1994)**

❖ **Principe :** Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise la permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

❖ **Matériel**

- Turbidimètre : HACH2100N
- Cuvette de verre incolore de 50mm de diamètre.

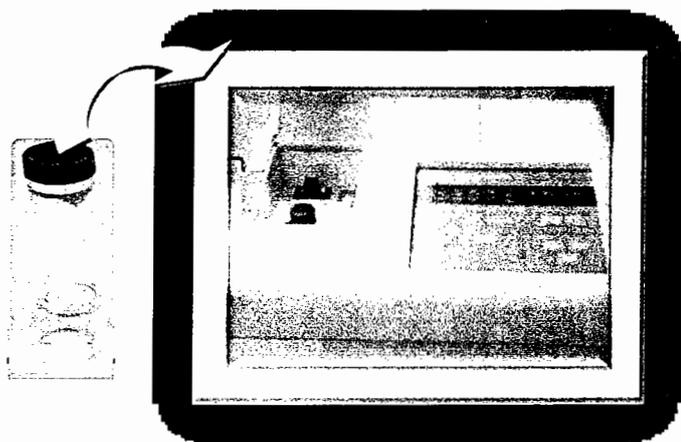


Figure III.6 : L'appareil turbidimètre

❖ **Mode opératoire :**

- Etalonner l'appareil à 0 avant l'utilisation.
- Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogène.
- Placer la cuvette dans le turbidimètre
- Effectuer rapidement la mesure.

Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

- ❖ **Expression des résultats :** La mesure est obtenue directement en NTU.

III.2.2.1. Les paramètres de la pollution :

✓ Dosage de l'ammonium (NH₄) (ISO 7150)(Méthode spectrophotomètre)

❖ **Principe**

L'ammonium réagit avec les ions hypochlorite (qui sont générées par hydrolyse alcaline du sel de sodium du dichloroisocyanurate de sodium) pour former des chlores amines qui vont réagir par la suite avec le salicylate de sodium à pH = 12,6 en présence de Nitrosopentacyanoferrate III pour former un composé bleu du citrate de sodium incorporer aux réactifs pour masquer l'interférence des cations, notamment le calcium et le magnésium.

Le composé bleu est dosé spectrométriquement à la longueur d'onde $\lambda_{\max}=655 \text{ nm}$

L'application de cette méthode aux eaux très colorée ou salée nécessite une distillation préalable.

❖ **Les réactifs**

- Réactif coloré.
- Solution de dichloroisocyanurate de sodium.

❖ **Mode opératoire**

- Prendre 40 ml l'eau à analyse dans une fiole jaugée de 50 ml.
- Ajouter 4ml du réactif coloré.
- Homogénéiser bien la solution.
- Ajouter 4ml de la solution de dichloroisocyanurate de Na.
- Homogénéiser bien la solution.
- Compléter jusqu'à 50 ml avec de l'eau distillée.
- Laisser reposer pendant au moins 1 heure.
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 655 nm.

❖ **Expression des résultats**

Les résultats donné la teneur en azote ammoniacal exprimée en mg/l pour obtenir en NH_4 en multiplier ce résultat par 1,28.



Figure III.7 : Dosage de l'ammonium

✓ Dosage des ions nitrites NO_2^- (NA 1657, ISO 6777) (Méthode spectrophotomètre)

❖ **Principe**

Les ions nitrites réagissent en milieu acide ($\text{pH}=1,9$) avec le réactif amino-4bénéne sulfonate ($\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3^-$) en présence d'acide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlorhydrate de N-Naphtyle-1 diamino-1,2éthane ($\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{Cl}_2\text{N}_2$) qui est mesuré spectrométriquement à la longueur d'onde $\lambda=540\text{nm}$

❖ **Mode opératoire :**

- Prendre 40ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1ml de réactif coloré.

- Homogénéiser immédiatement en faisant tourbillonner et compléter à 50ml, laisser reposer 20min
- Effectuer les lectures à la spectrophotométrie à la longueur d'onde de 540 nm

❖ **Expression des résultats**

Le résultat donné à la teneur en azote nitreux N-NO₂ exprimée en mg/l

Pour obtenir la teneur en nitrite NO₂⁻, multiplier ce résultat par 3,29.

✓ **Dosage des ions ortho phosphates PO₄³⁻(NA 2364, ISO 6878 1998)(Méthode spectrophotométrie)**

❖ **Principe**

Les ions ortho phosphates réagissent avec une solution acide contenant des ions de Molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimoniyle-phosphomolybdate il Réduit par l'acide ascorbique pour former un complexe de molybdène fortement coloré en Bleu qui est dosé spectromitriquement à la longueur d'onde $\lambda_{\max}=880\text{nm}$.

❖ **Réactif**

- Solution de molybdate acide
- Solution acide ascorbique C₆H₈O₆ à100 g/L

❖ **Mode opératoire**

- prendre 40 ml d'eau à analyse
- ajouter 1 ml d'acide ascorbique
- agiter bien la solution
- ajouter 2 ml de la solution de molybdate
- compléter jusqu' à 50 ml avec de l'eau distillée
- laisser reposer pendant 10 à30 min
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 880 nm.

❖ **Expression des résultats**

Le résultat donné la teneur en phosphore exprimée en mg /l ,Pour obtenir la teneur en ortho phosphates PO₄, multiplier le résultat par 3,06.

I.2.3Les analyse complète (ACC)

I.2.3.1Les paramètres spectrophotométriques

✓ **Dosage des nitrates NO₃⁻(Rodier 8^{ème} édition)**

❖ Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune qui est dosé spectrométriquement à la longueur d'onde $\lambda=415\text{nm}$.

Pour le dosage de nitrate, n'utiliser qu'une solution claire et les échantillons turbides doivent être filtré sur membrane $0,45\ \mu\text{m}$.

❖ Réactifs

- Solution de salicylate de sodium à 1% :(à renouveler toute les 24h).
- Acide sulfurique concentré ($d=1,84$)
- Solution d'hydroxyde de sodium Na OH.
- Solution d'azoture de sodium Na N_3 .
- Solution mère étalon d'azote nitrique à 100mg/l .
- Solution fille étalon d'azote nitrique à 5mg/l .

❖ Mode opératoire

- Prendre 10ml d'eau à analyser
- Alcaliniser faiblement avec la solution Na OH
- Ajouter 0,5ml de la solution azoture de sodium NaN_3
- Ajouter 0,2ml d'acide acétique
- Attendre 5min puis évaporer à sec au bain marie ou dans une étuve porter à $75\text{h}-80\text{C}^\circ$
- Ajouter 1ml de solution de salicylate de sodium, mélangé puis évaporer, laisser refroidir
- Reprendre le résidu par 1ml d'acide sulfurique concentré ayant de soin de l'humecter complètement, attendre 10min
- Ajouter 15ml d'eau distillée avec un distributeur
- Ajouter 10ml de solution de l'hydroxyde de sodium Na OH qui développe la couleur jaune.
- Effectuer la lecture au spectrophotomètre à longueur d'onde de 415nm .

❖ Expression des résultats

Le résultat donne la teneur en azote nitrique exprimé en mg/l pour obtenir la teneur en nitrates NO_3^- , multiplier ce résultat par 4,43.

✓ **Dosage du fer (ISO 6332)**

(Méthode spectrophotométrie)

- ❖ **Principe** : Pour le dosage du fer total et du fer total dissous, du chlorhydrate d'hydroxylamine est ajouté pour réduire le Fe^{3+} en Fe^{2+} . En présence de fer non dissous des oxydes de fer ou des complexes du fer, un prétraitement est nécessaire pour mettre ces composés en solution

L'addition d'une solution de phénanthroline-1,10 donne un complexe rouge-orange, qui est stable dans l'intervalle de pH de 2,5 à 9 et qui est dosé par spectrophotométrie à la longueur d'onde $\mu=510$ nm.

❖ **Réactifs**

- Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine.
- Solution tampon acétate.
- Solution phénanthroline.
- Solution dichloroisocyanurate

❖ **Mode opératoire**

- Prendre 50 ml l'eau analysée.
- Ajouter 1ml de chlorhydrate d'hydroxylamine.
- Mélanger bien la solution.
- Ajouter 2ml de la solution Tampon acétate
- Ajouter 2ml de solution phénanthroline
- Compléter à 50ml puis conserve la fiole dans l'obscurité pendant min
- Mesurer la concentration du fer d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde nm

❖ **Expression des résultats**

Le résultat donné la teneur en Fer exprimée en mg /l

✓ **Dosage de Sulfates (SO_4^{2-})**

❖ **Principe**

Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum qui est stabilisé mesurées au spectrophotomètre à $\lambda=650$ nm.

❖ **Réactifs**

- Solution stabilisante de chlorure de baryum.
- Solution étalon de sulfate de sodium.

❖ **Mode opératoire**

- Prendre 50ml d'eau à analyses.
- Ajouter 1ml de HCL.
- Ajouter 5ml de la solution BaCl_2 stabilisée.
- Agiter 2 ou 3 fois énergiquement, laissez au repos pendant 15mn, agites à nouveau.
- Effectuer les lectures à $\lambda=650$ nm.

❖ **Expression des résultats**

Le résultat est exprimé en mg/l de SO_4^{2-} .

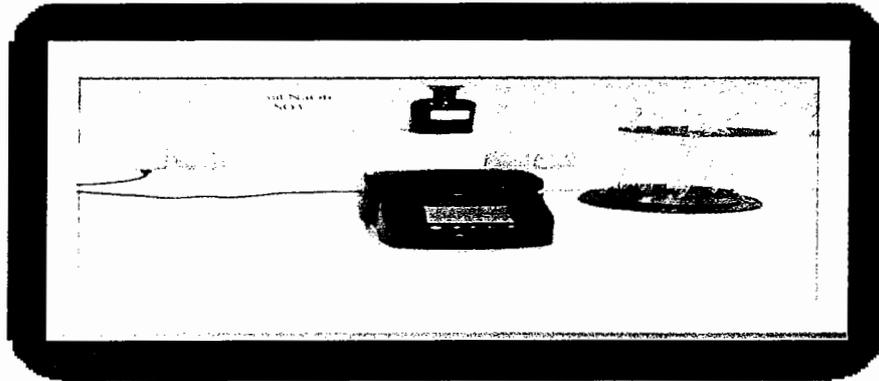


Figure III.9 : Spectrophotomètre utilisé.

III.2.3.2 Les paramètres volumétriques

- ✓ Dosage du calcium Ca^{2+} (méthode titrimétrique à l'E.D.T.A) (NA 1655, ISO 6058)

❖ **Principe**

Les ions calcium sont titrés avec une solution l'E.D.T.A à un PH entre 12 et 13 l'indicateur forme un complexe rouge avec le Ca^{2+} .

Le magnésium (Mg^{2+}) est précipité sous forme d'hydroxyde l'E.D.T.A réagit avec les ions Ca^{2+} libre puis avec les ions Ca^{2+} combinés avec le HSN ($\text{C}_{21}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_7\text{S} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) qui vire de la couleur rouge au bleu clair ou violet.

❖ **Réactifs**

- Solution de l'E.D.T.A. ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) à 0,01 mol/l.
- Solution d'hydroxyde de sodium (Na OH) à 2N.
- Indicateur coloré de murexide ($\text{C}_8\text{H}_8\text{N}_6\text{O}_6$).

❖ **Mode opératoire**

- Prendre 50 ml de l'échantillon dans un erlenmeyer de 100ml.
- Ajouter 2ml de Na OH à 2N
- Ajouter du Murexide (0,2g) puis mélanger.
- Titrer immédiatement avec l'E.D.T.A (verser lentement) jusqu'au virage violet.

La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'E.D.T.A.

❖ **Expression des résultats**

$$(\text{mg/l}) \text{Ca}^{2+} = 8 \cdot V \cdot \text{FD}$$

V : Le volume de titrage.

FD : facteur de dilution.

❖ **Observation**

$$\text{Mg}^{2+} = (V_{\text{EDTA TH}} - V_{\text{EDTA TH Ca}}) 4,86$$

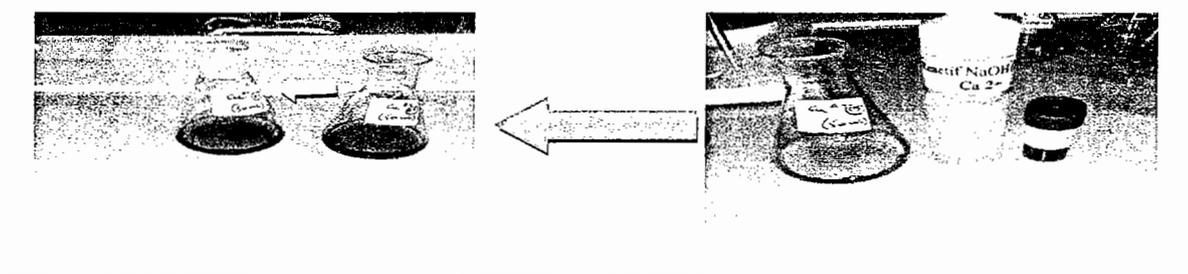


Figure N°20 : Dosage de Ca^{2+} .

✓ **Dosage de chlorures Cl^- (tirage au nitrate d'argent-méthode de mohr) (NA 6917, ISO9297, 1989)**

❖ **Principe**

Les ions chlorures réagissent avec les ions d'argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement.

Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromate qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage, durant le titrage, le PH est maintenu 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.

❖ **Réactifs**

-Solution de chromate de potassium K_2CrO_4

-Nitrate d'argent AgNO_3

❖ **Mode opératoire**

- Prendre 100 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml de chromate de potassium K_2CrO_4 (coloration jaunâtre).
- Titrer avec nitrate d'argent AgNO_3 à 0,02N jusqu'à coloration brun-rougeâtre.

Après addition d'une goutte de la solution Na Cl, Cette coloration doit disparaître.

❖ **Essai à blanc**

Utiliser 100ml de l'eau distillée à la place de l'échantillon (la valeur ne devrait pas dépasser 0,2ml d'AgNO₃).

❖ **Expression de résultats**

$$\text{Mg/l Cl} = (V_{\text{AgNO}_3} - V_{\text{blanc}}) * 7,1 * F$$

V_{AgNO_3} = volume Ag NO₃ à 0,02 mol/l nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

V_{blanc} = volume Ag NO₃ à 0,02 mol /l pour le dosage du blanc.

F = facteur de correction du titre d'AgNO₃.

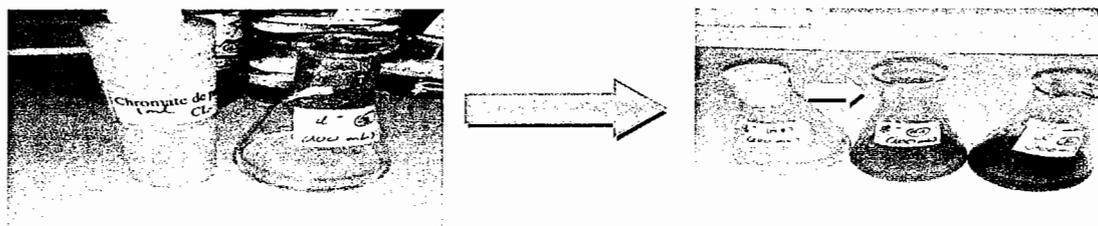


Figure 21 : Dosage de Cl⁻

✓ **Détermination de l'alcalinité TAC (Rodier 8 édition)**

❖ **Principe**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrogencarbonates carbonate et hydroxydes

Titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur en alcalis libres, carbonates et hydrogencarbonates (HCO₃⁻, CO₃⁻, OH⁻)

❖ **Réactifs**

-Solution acide chlorhydrique (HCl) à 0,02N

-Solution de méthyle orange à 0,5.

❖ **Mode opératoire**

- Prendre l'échantillon traité précédemment s'il n'y a pas de coloration.
- Ajouter 2 gouttes de solution de méthylorange (coloration jaune).
- Titre avec la solution (HCl) 0,02 N jusqu'au virage du jaune au jaune orangé (pH=4,3).

- S'assures qu'un getter d'acide en excès provoque la coloration jaune orangé ou rose orange (PH=4).
- Soit v' le volume d'acide versés depuis le début du dosage, retranché de ce volume 0,5ml, quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur.
- ❖ **Expression des résultats :**

$$\text{TAC : mg/l TAC} = V' - 0,5/5. \quad F^{\circ}_{\text{TAC}} = V' - 0,5.$$

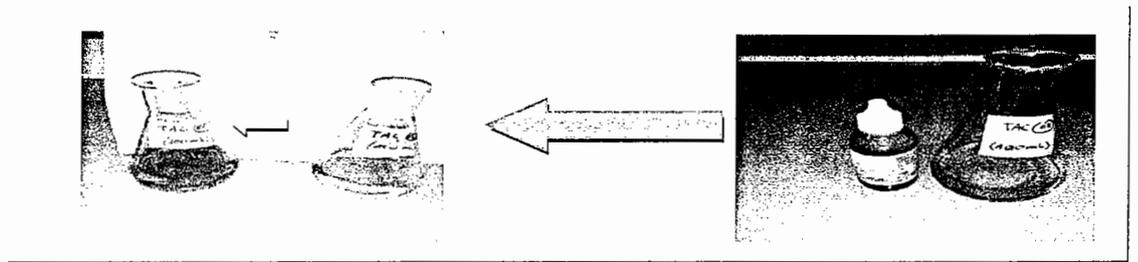


Figure III.10 : Dosage de TAC.

✓ **Détermination de la dureté totale (TH) (NA 752, ISO 6059)**

❖ **Principe :**

Les ions Ca^{2+} , Mg^{2+} sont titrés par complexométrie avec une solution de L'E.D.T.A à un pH de 10, le mordant noir est utilisé comme indicateur qui donne une couleur rouge foncé ou violette, en présence ces ion.

L'E.D.T.A réagi avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} libres puis au point d'équivalence, avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} combinés avec l'indicateur qui vire la couleur violette à bleu.

❖ **Réactifs :**

- Solution d'E.D.T.A ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) = 0,01 mol/l.
- Solution tampon pH= 10, l.
- Indicateur colorée : mordant noir (noir eriochrome).

❖ **Mode opératoire :**

- Prendre 50ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 100ml.
- Ajouter 4ml de la solution tampon.
- Ajouter 3gouttes de noir eriochrome. (La solution doit se coloré en rouge foncé violet et sont pH doit être de 10)

- Titrer immédiatement avec l'E, D, T, A (verser rapidement au début puis lentement versé la fin) jusqu'au virage bleu.
- La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'E.D.T.A.

❖ **Expression des résultats :**

A partir des concentrations du Ca^{2+} et Mg^{2+} on peut déterminer la dureté de l'eau selon la formule suivante :

$$\text{TH} = (\text{Ca}^{2+}) + (\text{Mg}^{2+})$$

Cette loi applicable lorsque la dureté est en F° , et lorsque la dureté est en (mg/l) on applique la loi suivante :

$$\text{TH} = V * 8 * F$$

➤ F : facteur de correction du titre de l'E, D, T, A.

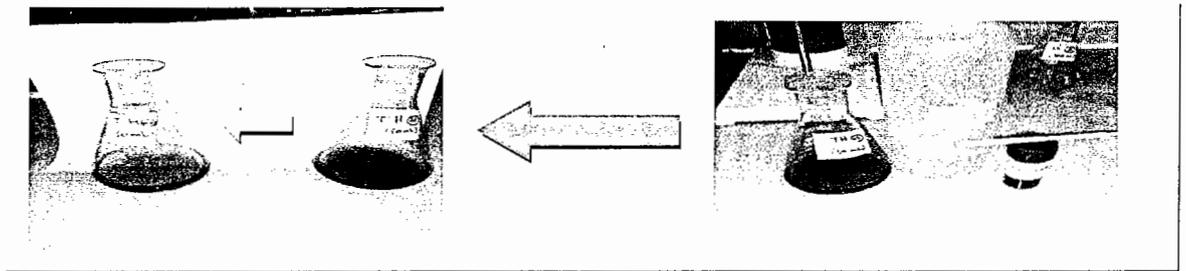


Figure III.11 : Dosage de TH.

III.3. ANALYSE BACTERIOLOGIQUE

I.3.1. Matériels et produits spécifiques utilisés pour l'analyse bactériologique

Tableau III.2 : matériels et les appareils utilisés pour l'analyse bactériologique.

LES APPAREILS	LES VERRERIES	LES MILIEUX
-Rampe de Filtration	- Pincés	-Milieu ENDO (sélectif)
-Etuves de stérilisation	-Flacons de 250ml	-Milieu TSI
-Etuve : (37C° et 44C°)	-Boîtes de bétérie	-Milieu Schubert (MI)
-Bec benzène	-Pipettes pasteurs stériles	-Réactif Kovacs (ML)
-Pompe à vide ou trompe d'eau assurant ou moins 50KPA	-Papier filtre (filtre de porosité de diamètre 0,45) Stérile	-Milieu de Slanetz -Milieu de BEA -Milieu vaine foie -Milieu TGA

III.3.2. Méthodes de prélèvement :

III.3.2.1. Lavage et stérilisation : (J, O 1960)

Les prélèvements bactériologiques doivent être recueillis dans des flacons 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, nettoyé avec une brosse et un goupillon toutes les surfaces internes. On rince avec de l'eau du robinet puis on réalise 3 à 4 rinçages avec de l'eau distillée. On laisse la verrerie, sécher à l'air libre, ensuite on met quelques gouttes de thiosulfates de sodium pour rendre la fonction de chlore inactive dans les eaux ayant subi une désinfection au chlore après on passe à la stérilisation.

Elle se fait dans l'étuve à 170 °C pendant 2 heures.

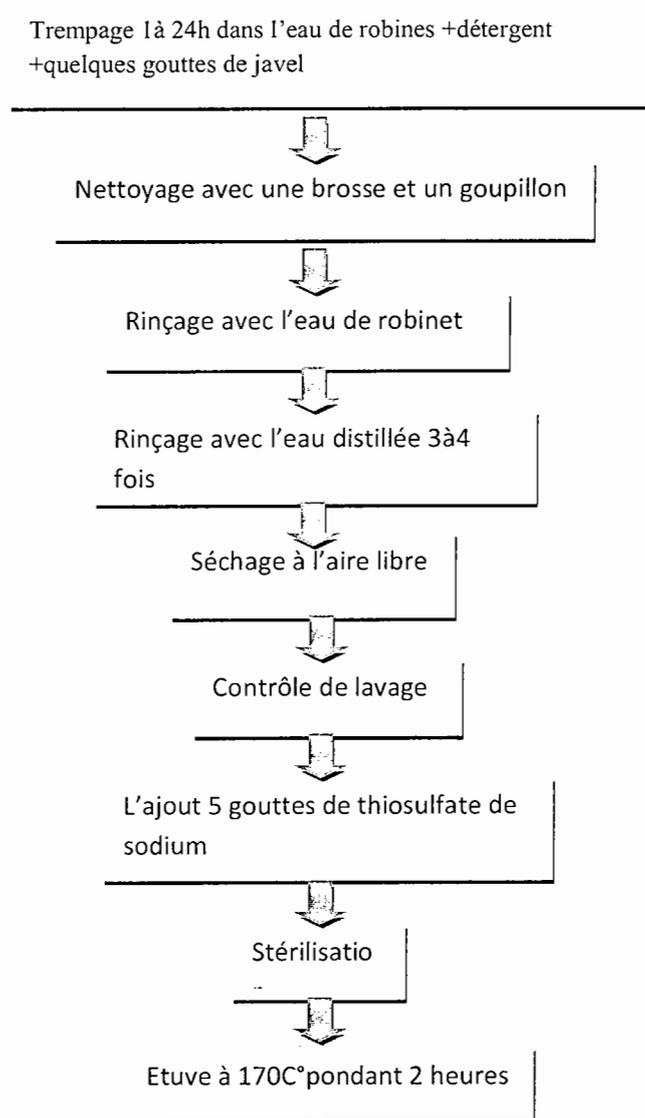


Figure III.3 : stérilisation des récipients dans le laboratoire

III.3.2.2.la méthode de prélèvement :

Le prélèvement présente l'étape la plus importante lors d'une analyse bactériologique d'une eau. Cependant de bons résultats 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 et les avant-bras, les rincer à l'alcool, laisser sécher.
- Ouvrir le robinet et laisser couler 2 minutes après en fait de test de chlore.
- Fermer le robinet.
- On prend un pince en fer enrobée de coton et d'alcool, flamber énergiquement l'orifice du robinet et pendant 1 minute.
- Ouvrir le robinet et laisser couler 2 à 3 minutes pour refroidir avant de faire le prélèvement.

Il est souhaitable de garder la flamme au-dessus du robinet.

- Prendre le flacon de la main gauche et flamber rapidement le bord du goulot et remplir avec l'échantillon ne pas remplir entièrement, laisser O₂ pour ne pas suffoquer les germe. Flamber une deuxième fois le goulot et bien fermer, renvelopper le bouchon de papier aluminium.
- Etiqueter le prélèvement et inscrire sur un cahier.

III.3.2.3. Transport et conservation au laboratoire :

Dans le but d'éviter toute modification que peut subir l'eau dans le flacon, l'analyse doit être faite très rapidement.

Ainsi, lorsque la durée du transportés dépasse 1 heure et la température extérieure est supérieur à 10°C, les prélèvements doivent être transportés dans des glacières dont la température est comprise entre 4 et 6°C.

III.3.3.Méthodes utilisée pour la recherche des bactéries

III.3.3.1.Exécution des analyses :

Pour l'eau destinée à la consommation humaine on a deux méthodes : la méthode de la membrane filtrante, et la méthode de l'incorporation en gélose.

III.3.3.2.Méthode de la membrane de filtrante :

Cette technique consiste à faire passer un liquide à travers un filtre dont les pores ont un diamètre de 0.45µm, les micro-organismes sont trop gros pour passer et sont donc retenus par le filtre. Pour forcer ce liquide à traverses le filtre on utilise deux solution :

- Mis en pression du liquide par l'intermédiaire d'un piston.
- Aspiration du liquide en créant par exemple une enceinte dépressurisée de l'autre côté du filtre

Dans certains cas le filtre ayant servi à stopper les micro-organismes peut être déposé sur un milieu de culture solide afin de permettre la multiplication des germes, ceci dans le but de procéder à leur dénombrement et à leur identification.

III.3.4. Les analyses complètes :

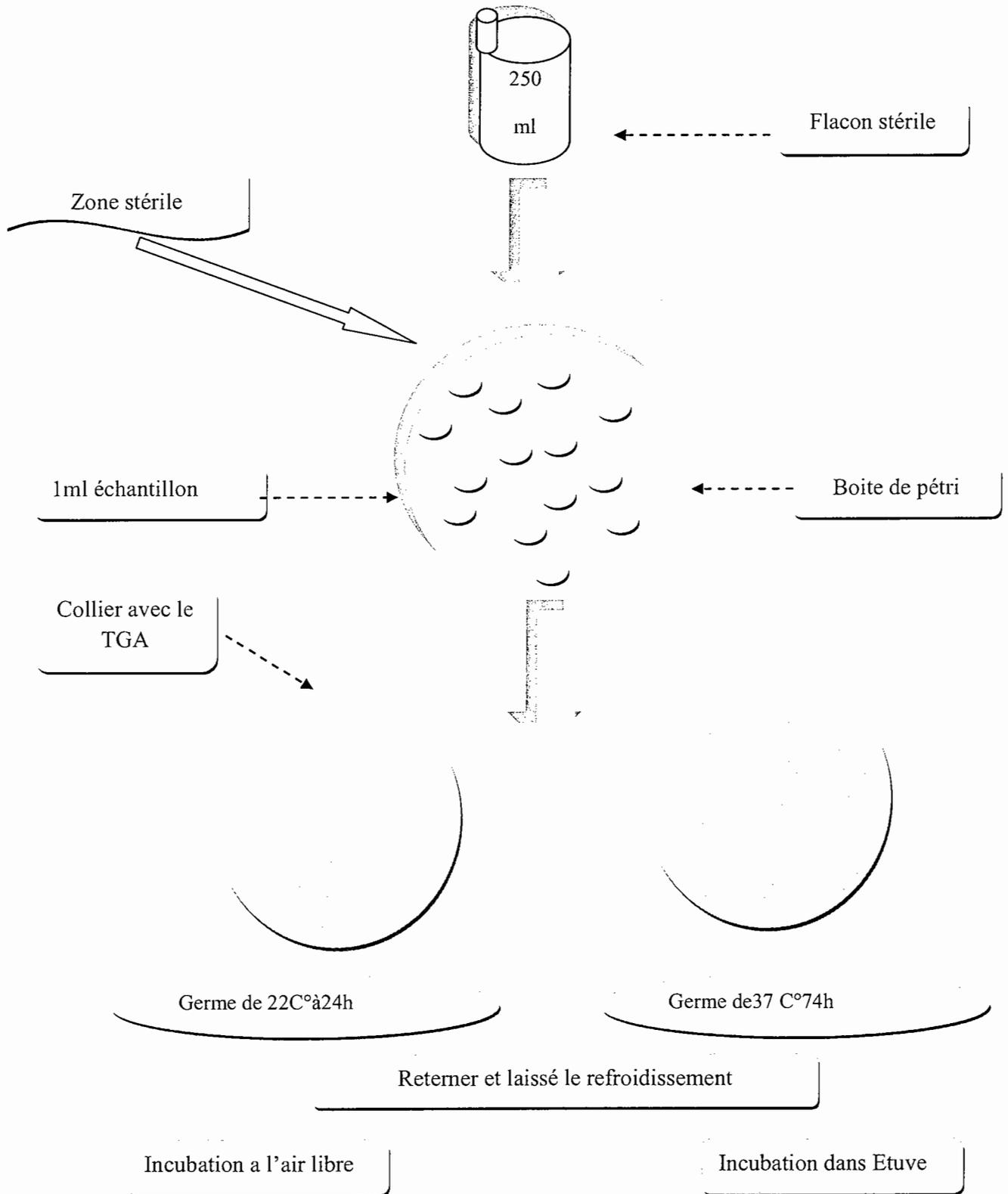
III.3.4.1. La recherche et dénombrement des germes totaux (IZO 6222 ,1999)

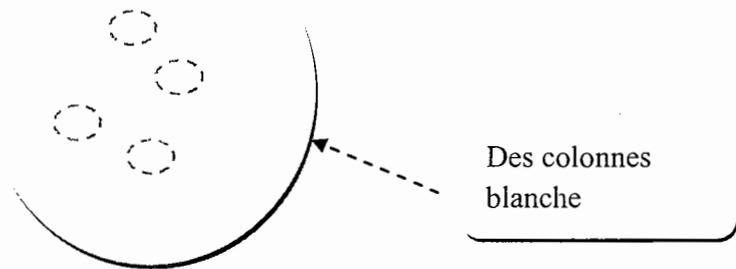
❖ Principe

Selon les normes internationales, les micro-organismes reviviscibles se définissent, comme étant la totalité des bactéries, levures et moisissures.

❖ Mode opératoire

- A partir de l'eau à analyser, porter 2 fois 1ml dans deux boîtes de pétri vides préparées à cet usage et numérotées.
- Compléter en suite chacune boîtes avec environ 15ml de gélose TGEA et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier.
- **Incubation**
Retourner les boîtes et incuber, une à 37C° pendant 24h à 48h l'autre à 22C° pendant 72h la lecture se fait après chaque 24h.





FigureN° : schéma résumant la recherche et dénombrement du germe aérobie

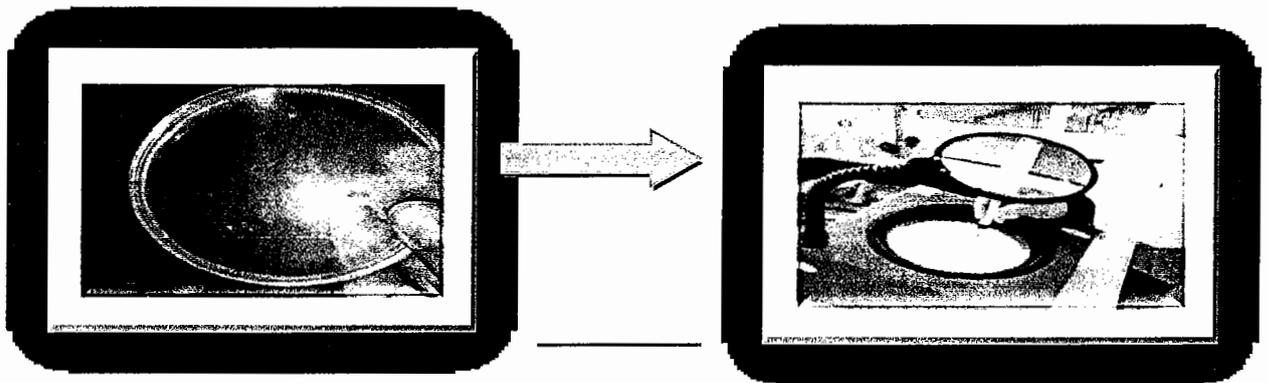


Figure III.13 : Les résultats d'analyses

III.3.4.2. Dénombrement des clostridium sulfite réducteur

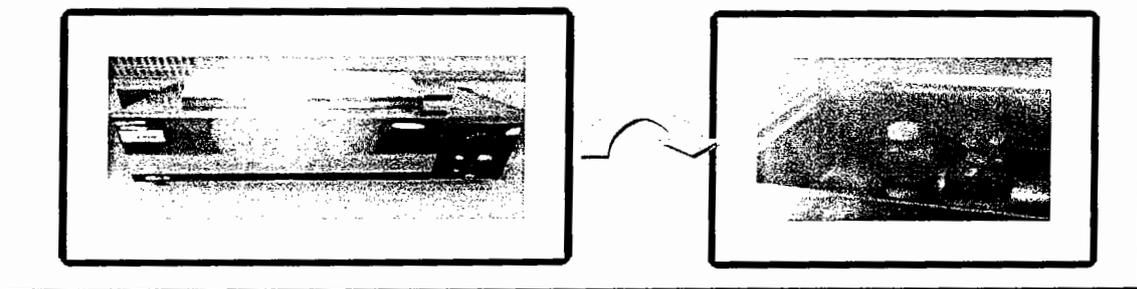
❖ Principe

Après traitement de l'échantillon par la chaleur pour détruire les formes végétatives, la filtration sur membrane est déposée sur un milieu sélectif (gélose contenant du sulfate de sodium et des sels de fer) .incuber dans des conditions permettant une croissance en anaérobiose, les colonies sulfite-réductrices sont reconnaissables par un halo noir.

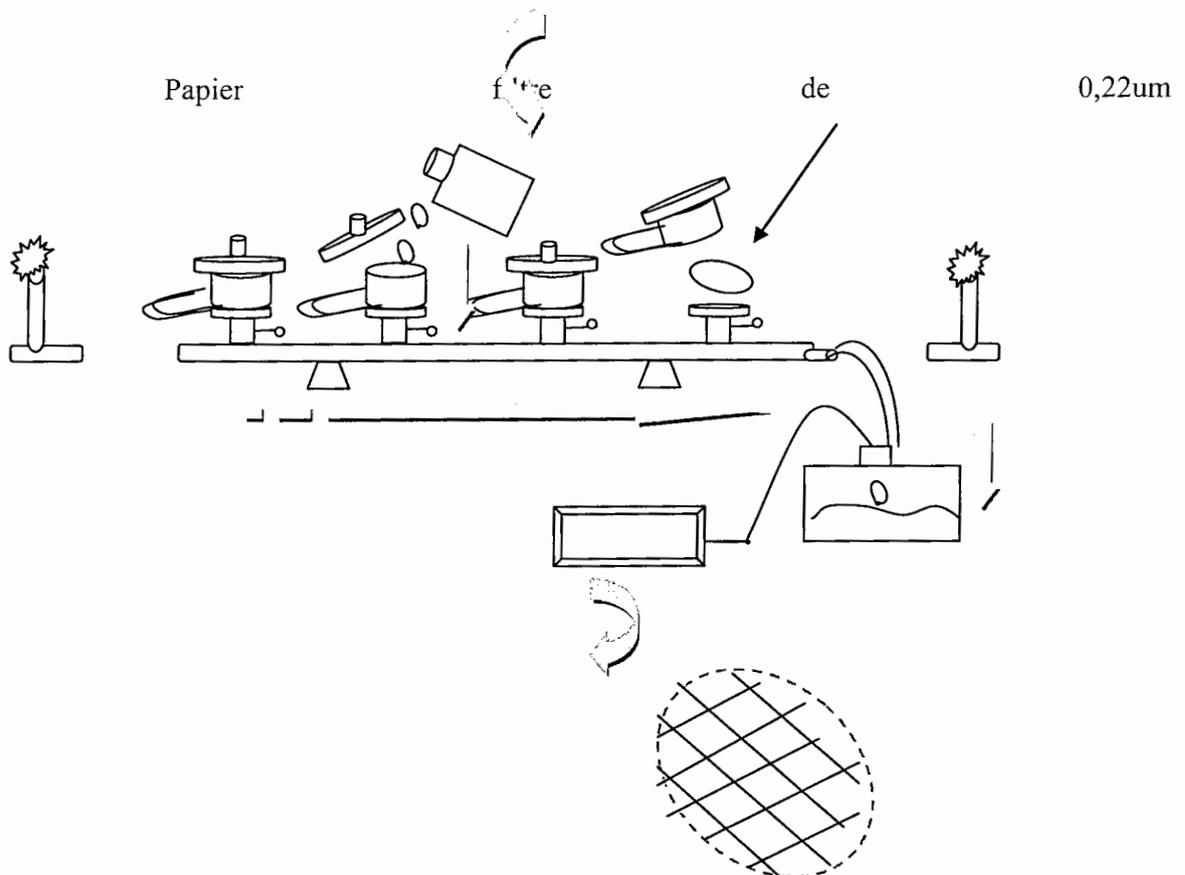
❖ Mode opératoire

- Remplir 100 ml d'eau à analyser dans un flacon, le porter au bain,Marie à 80C°pendant 10mn, puis 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 sulfite-réducteur.

- Retirer la membrane de 0,22um de porosité 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, après Refroidissement goutter la deuxième couche de la gélose.
- L'incubation se fait à 37C°pendant 48 h



Refroidissement (choc thermique)



Mer la boîte on vers et couler la gélose viande foie



Incubation 37C° pondent 84h



III.3.5. Les analyses réduites :

III.3.5.1. Recherche et dénombrement des coliformes (ISO 9308, Première édition 1990)

❖ Principe :

Après filtration de l'eau à analyser, la membrane est déposée sur un milieu gélosé approprié .ceci permet aux colonies se développer préférentiellement au cours d'une incubation de 18 à 24 heures, et sous un aspect suffisamment caractéristique pour autoriser un diagnostic présomptif. Celui-ci peut d'ailleurs être confirmé par des repiquages judicieux.

❖ Matériel :

- Rampe de filtration. .
- Un flacon de 250ml
- Boite de pétri.
- Membrane filtrantes (pore 0,45 µm).
- Pince.
- Des pipettes pasteurs stériles
- Bec benzène.
- Gélose ENDO (sélectif).
- Gélose TSI.

- Milieu Schubert.
- Réactif Kovacs.
-

❖ **Méthode :**

- 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 refroidir).
- 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 (100ml pour une eau désinfectée).
- 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 en la saisissant par son extrême bord.
- Déposer la membrane sur le milieu sélectif (ENDO) en prenant soin de ne pas piéger de bulle d'air.
- Incuber à 37°C la boîte de pétri, le couvercle vers le bas.

❖ **La lecture**

Après 24 heures d'incubation. Toutes les colonies suspectes lactose positif sont comptées puis repiquer sur le milieu TSI pour confirmer l'utilisation de lactose et le dégagement de gaz caractère principal des coliformes.

Pour le milieu TSI inoculer la colonie isolée à l'aide d'une pipette pasteur stérile à la fois en stries à la surface de l'agar (plan incliné) et par pique centrale sur toute la profondeur du tube, Ensuite incuber à 37 C° pendant 24h

- ❖ **Remarque :** Les tubes de TSI présentant un virage au jaune + production de gaz sont considérés comme étant positif c'est-à-dire présence de coliforme totaux

○ **Recherche des coliformes fécaux :**

Inoculer le contenu de chaque tube de TSI positif dans 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.

❖ **Lecture des résultats :**

Après 24 heures d'incubation, tous les tubes présentant une culture, du gaz dans la cloche et une sont considéré comme positifs, c'est-à-dire comme contenant des coliformes fécaux.

✓ **Recherche *Escherichia-coli* (IZO 9305 Deuxième édition)**

Inoculer le contenu de chaque tube de Schubert positif, puis ajouter trois gouttes de réactif de kovacs.

Lecture :

Apparition d'un anneau rouge. C'est -à-dire présence d'E-Coli.

Technique sur membrane filtrante

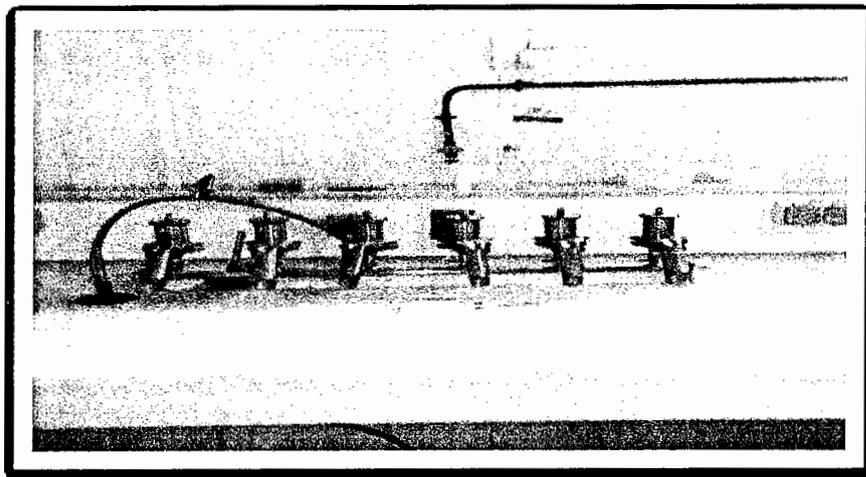
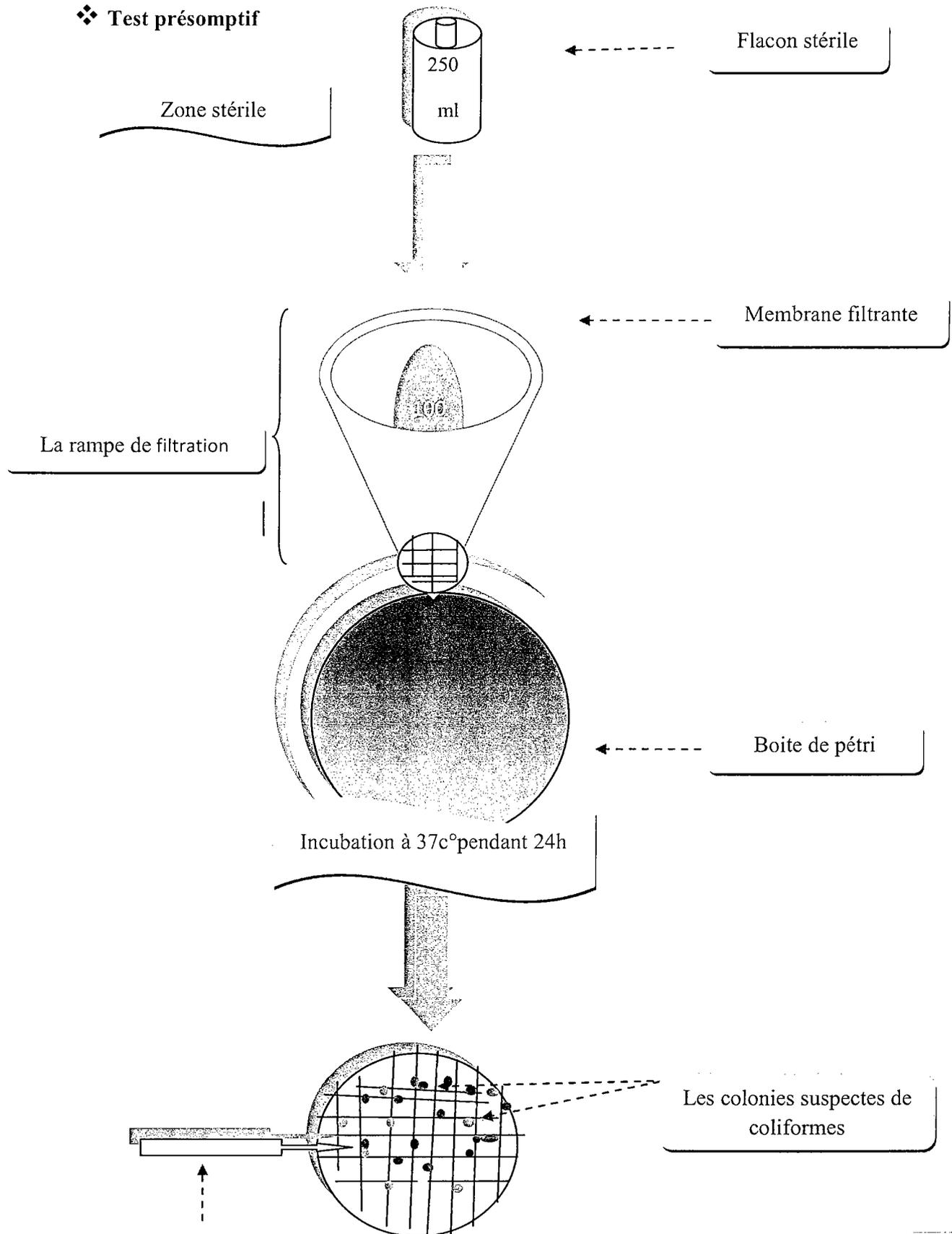
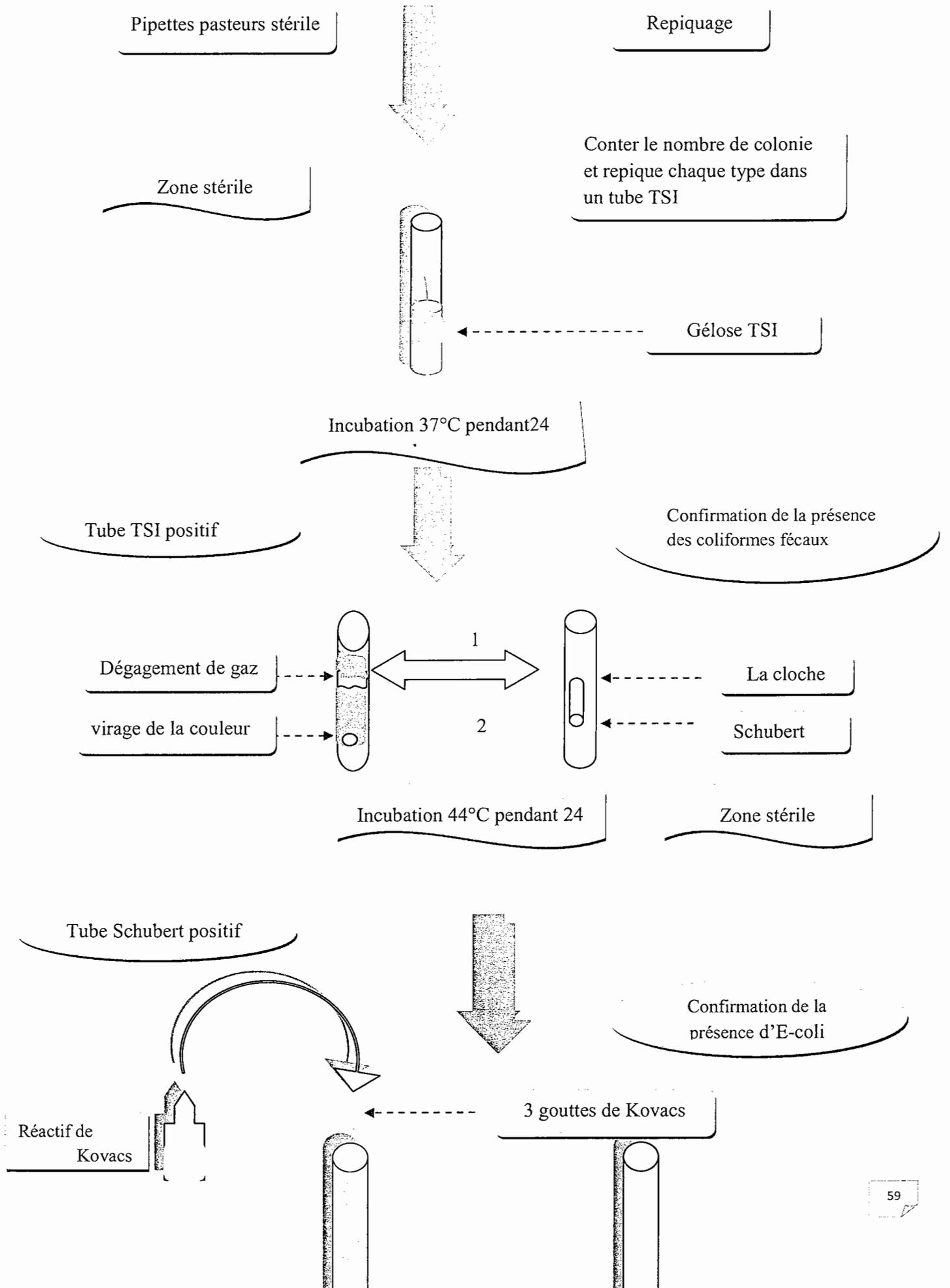


Figure III.14 : L'appareille de filtration.

❖ Test présomptif





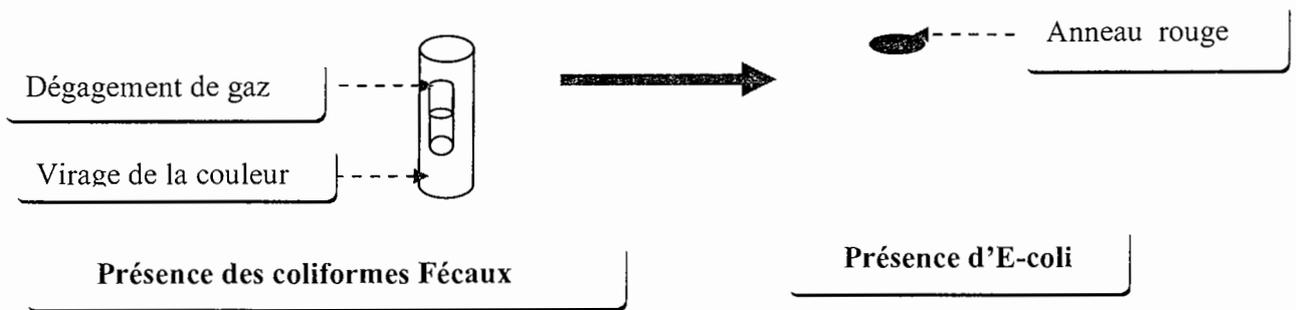


Figure III.15 : schéma résumant la recherche et dénombrement des coliformes

III.3.5.2. La recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (NA 765, IZO 7899)

❖ Principe :

Après filtration sur la membrane de cellulose, celle-ci est appliquée sur un support nutritif contenant des substances inhibitrices qui laissent se développer préférentiellement les colonies de streptocoques fécaux.

❖ Matériel :

- Rampe de filtration.
- Un flacon de 250ml.
- Boit de pétri.
- Membrane filtrantes (pore 0,45 μm).
- Pince.
- Bec benzène.
- Milieu de Slanetz
- Milieu de (BEA)

❖ Méthode :

On filtrera les mêmes quantités d'eau que pour la colimétrie selon la même technique. Le milieu utilisé dans ce cas est le milieu de slanetz.

Après filtration, les membranes sont disposées sur le milieu puis incubé à 37°C pendant 48 heures. (Test présomptif).

- Les colonies roses ou marron avec un diamètre de 0,5 à 2 mm seraient les streptocoques fécaux.
- Pour la confirmation (test confirmatif), transférer la membrane sur BEA, incubé à 44°C. La lecture se fait après 2 à 3 heures.
- La présence de noircissement implique la présence des streptocoques fécaux.

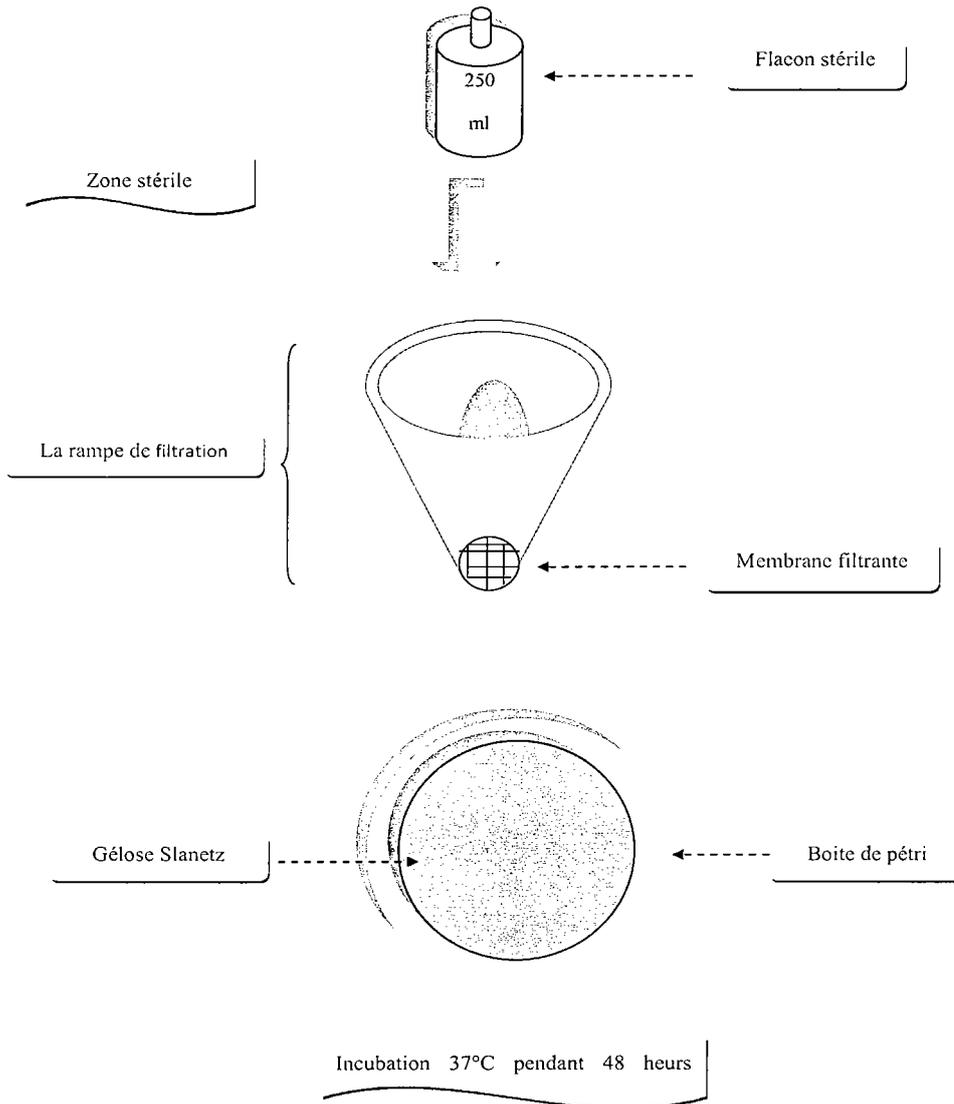
Toutes ces colonies sont comptées puis consignées sur registre.

❖ **Expression des résultats :**

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

(Technique sur membrane filtrante)

❖ Test présomptif



— / CHAPITRE VI

Résultats et Discussions

CHAPITRE IV

IV.1- RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Globalement, l'eau potable doit obéir aux normes définies par la réglementation nationale en vigueur. Si un des paramètres dépasse la concentration limite autorisée, il y a absence de conformité aux normes établies. Cependant, avant de prendre une décision précipitée, il convient de vérifier les résultats et de procéder à une enquête hydrologique aussi détaillée que possible.

Si l'on est en présence d'un faible dépassement, limité dans le temps et en l'absence d'une pollution accidentelle importante, le dépassement de la norme ne doit pas être systématiquement considéré comme introduisant un risque significatif pour la population. L'autorité sanitaire peut alors surseoir à une interruption de la distribution publique.

Les résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques et bactériologiques et des paramètres de pollution effectués sur les eaux traitées et brutes sont présentés respectivement dans les tableaux suivants :

VI.1.1-Les analyses physico-chimiques

➤ **La température :**

Sur le tableau IV.1 nous présentons les valeurs de Températures relevées durant la campagne d'analyse

Tableau IV.1 - Les températures des eaux traitées et brutes

Semaines	Semaine1	Semaine2	Semaine3	Semaine4	Semaine5	Moyenne
type d'eau						
eau traitée	21.7°C	23.0 °C	19.5°C	16.3°C	12.2°C	18.5°C
eau brute	21.7°C	20.3°C	19.5°C	15.3°C	12.2°C	17.8°C

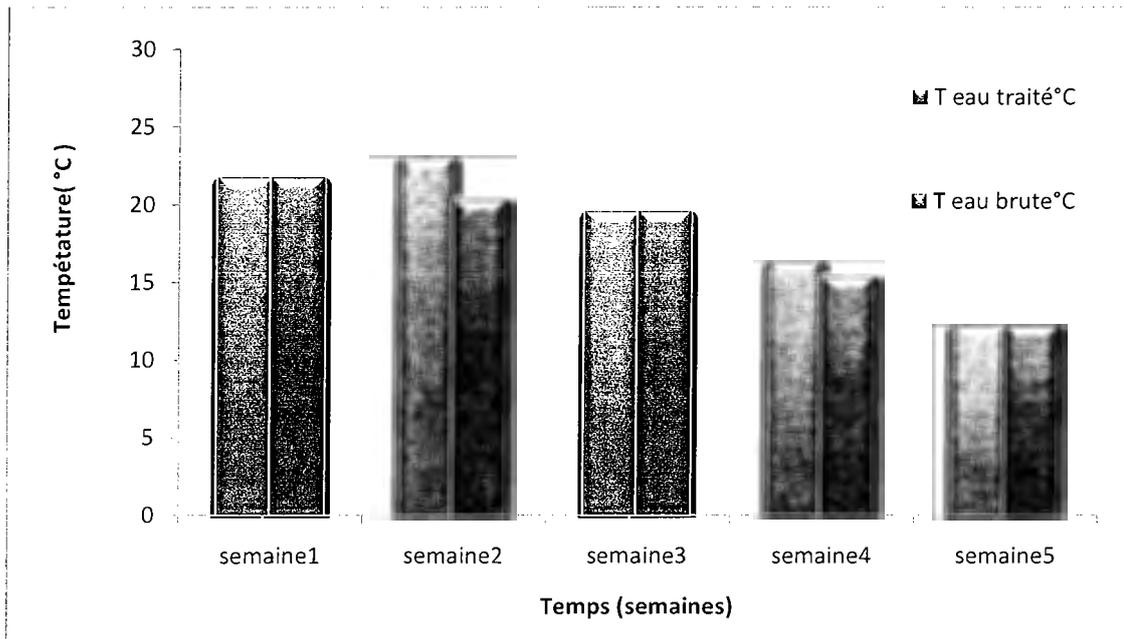


Figure N° IV.1 : Evolution des températures en cours du temps

D’après ces résultats, on constate que toutes les températures mesurées sont conformes aux normes (<25°C), avec cependant une petite différence de valeurs entre la température de l’eau brute et celle de l’eau traitée et ce pour certains échantillons

Il faut noter que la température est considérablement affectée par les saisons de l’année (état météologique) ainsi que l’heure de prélèvement.

➤ **Le pH**

Dans le tableau IV.2 nous avons reporté les valeurs du Potentiel Hydrogène relevées au cours de la campagne de de 5 semaines

Tableau IV.2 -pH des eaux traitées et brutes

Semaines	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Moyenne
Type de L’eau						
eau traité	7.89	7.71	7.8	7.75	7.69	7.80
eau brute	8.17	8.17	8.37	8.29	8.46	8.29

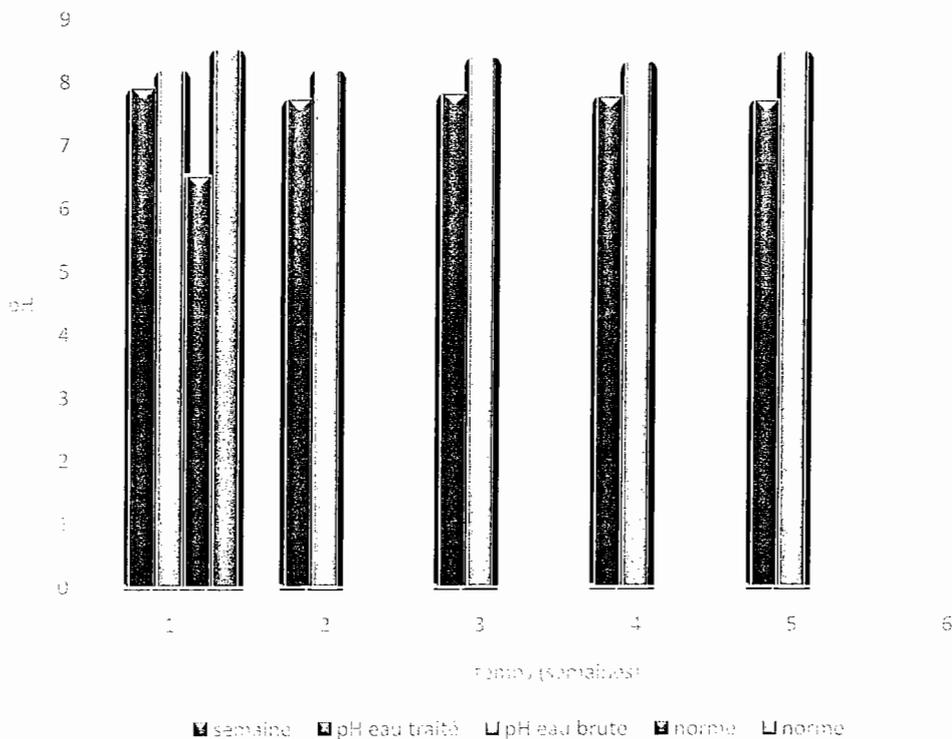


Figure IV.2: Evolution de PH en cours du temps

Nous pouvons constater que d'après les valeurs des pH prélevées une baisse de pH concernant l'eau traitée et ce par rapport aux pH des eaux brutes et ce pour tous les échantillons prélevés et ce du fait de la nature des traitements suivies à la station d'épuration.

Dans les limites habituelles des valeurs des pH des cours d'eau, soit entre 6.5 et 8.5, l'ion bicarbonate (HCO_3^-) est le plus commun des carbonates présents dans l'eau, ce qui explique le caractère alcalin de l'eau brute.

La moyenne du pH de l'eau brute tourne autour de la valeur 8.29. Cette valeur n'avantage pas le traitement, sachant que pour avoir une coagulation et une floculation efficaces, il faudrait avoir un pH optimum de situant entre 6 et 6.5, ce qui nécessite l'abaissement du pH par l'utilisation des doses de sulfates d'aluminium assez élevé et l'adjonction d'un adjuvant de floculation acide (exemple : H_2SO_4).

La moyenne des valeurs du pH de l'eau traitée 7.8 est intermédiaire entre celle de l'eau brute et filtrée par le fait que des corrections ont été supportées lors de l'équilibre calco-carbonique. Les résultats obtenus pour l'eau traitée sont conformes aux normes en vigueur.

➤ La conductivité

Tableau. IV.3 -Les valeurs de la conductivité

Semaines	Semaine1	Semaine2	Semaine3	Semaine4	Semaine5	Moyenne
Type D'eau						
eau traitée	620	614	644	623	660	632.2 $\mu\text{S/cm}$
Eau brute	611	592	610	630	602	609 $\mu\text{S/cm}$

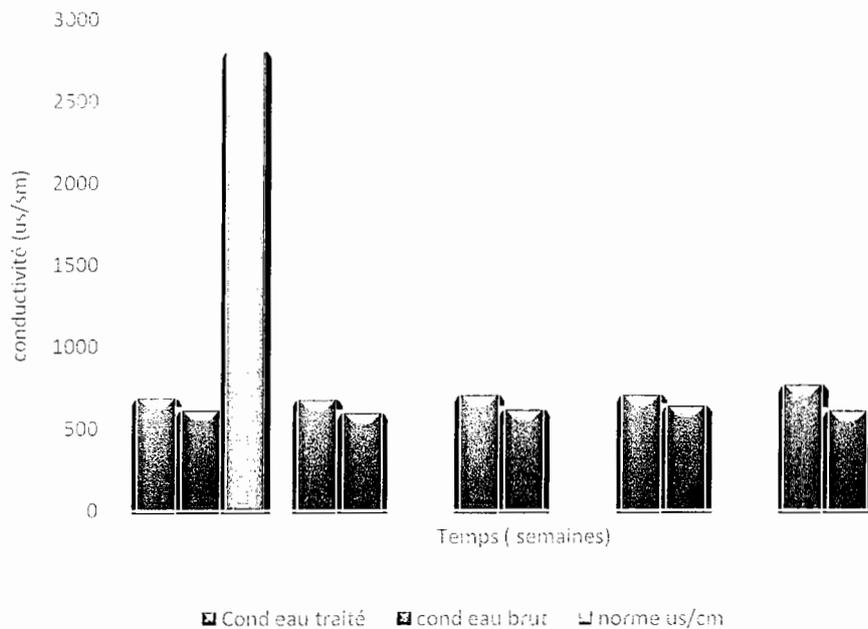


Figure : IV.3- Evolution de conductivité en cours du temps

La mesure de La conductivité permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau la réglementation algérienne indique une valeur limite de 2800 $\mu\text{S/cm}$, bien que nos résultats soient compris entre 632,2 $\mu\text{S/cm}$ et 609 $\mu\text{S/cm}$, les valeurs sont dans les normes.

La classification de la conductivité selon son importance se fait comme suit :

- Conductivité < 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ → minéralisation très faible.
- 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ < cond < 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ → minéralisation faible.
- 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ < cond < 333 $\mu\text{S}/\text{cm}$ → minéralisation moyenne

- 333 $\mu\text{S}/\text{cm}$ < cond < 666 $\mu\text{S}/\text{cm}$ → minéralisation accentuée
- 666 $\mu\text{S}/\text{cm}$ < cond < 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ → minéralisation importante
- Conductivité > 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ → minéralisation élevée

La conductivité relativement élevée est due à une minéralisation importante sous l'effet du lessivage des roches (érosion). Elle se traduit par le contexte géologique traversé. D'après les graphes de la Fig.VI.3, nous remarquons que la valeur moyenne de la conductivité d'eau traitée est légèrement élevée par rapport à l'eau brute. Cette différence peut être attribuée à l'apport de différents sels lors de traitement de clarification et désinfection (sulfates, chlorures ...).

➤ La turbidité

Sur le tableau IV.4 nous avons représenté les valeurs des turbidités relevées sur les eaux brutes et ainsi celles relatives à l'eau traitée.

Tableau IV.4 - Les valeurs de la turbidité obtenues

Semaines						
type d'eau	Semaine1	Semaine2	Semaine 3	Semaine4	Semaines5	Moyenne
eau traitée	0.86	0.79	1.04	0.76	0.44	0.77NTU
eau brute	4.14	3.65	3.8	5.21	4.84	4.32NTU

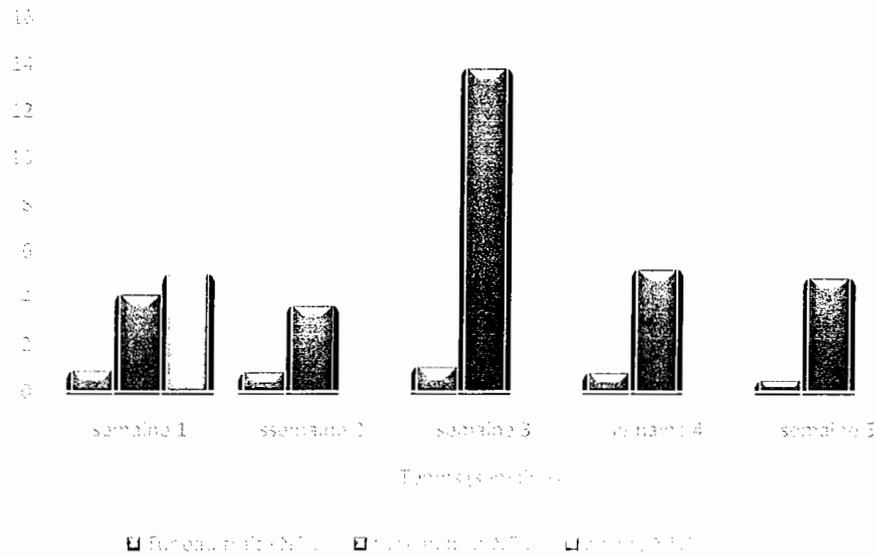


Figure IV.4 : Evolution de turbidité en cours du temps

La moyenne élevée de la turbidité de l’eau brute 4.32NTU est induite par les matières en suspension, telles que l’argile, le limon, les particules et les autres organismes microscopiques.

La valeur moyenne de l’eau traitée est 0.77NTU, ce qui montre l’efficacité de la clarification de l’eau brute par des taux d’élimination des matières en suspension de 90 % pour l’eau traité. Ces résultats sont conformes aux normes.

➤ **La salinité :**

Les valeurs de salinité relevées durant les cinq semaines d’échantillonnage sont représentées sur le tableau IV.5

Tableau IV.5 : Les valeurs de la salinité obtenues

Semaines	Semaine1	Semaine2	Semaine3	Semaine4	Semaine5	La moyenne
type d’eau	Semaine1	Semaine2	Semaine3	Semaine4	Semaine5	La moyenne
eau traitée	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
eau brute	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

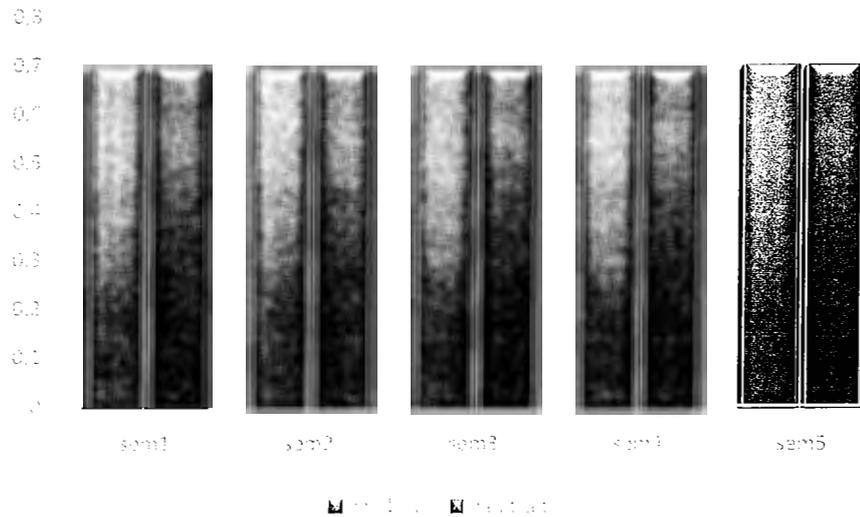


Figure : IV.5 - Evolution de la salinité durant la campagne d'échantillonnage

La même valeur est obtenue dans les deux types de l'eau qui est 0.7 %, cette valeur est conforme aux normes.

La teneur en sels minéraux dissous distingue l'eau douce de l'eau salée. En fait, si elle contient moins d'un gramme par litre de sels dissous ce qui est le cas de notre eau, Aussi la salinité ne subit pas de variation pour l'eau traitée du fait de type de traitement suivi à la station d'épuration ou il n'y a pas d'opération de déminéralisation

- **Le TDS**

Sur le tableau IV.6, nous avons représenté les valeurs des TDS relevées durant la campagne de d'échantillonnage

Tableau IV.6.A : Relevé des valeurs de TDS

Semaines						
Type d'eau	Semaine1	Semaine2	Semaine3	Semaine4	Semaine5	La moyenne
eau traité	302	304	312	391	386	339
eau brute	290	296	280	275	305	289.2

les total dissolved solids (TDS) c'est le résultat des sommes de minéraux et autres qui composent l'eau. ... La TDS est donc la somme de tous ces éléments exprimée en PPM (particules par million) ; il s'agit d'un ratio de poids entre les ions présents et l'eau.

Aussi la valeur de TDS inclut n'importe quel élément présent dans l'eau autre que les molécules H₂O, y compris les solides suspendus comme la sciure de bois par exemple.

Pour le TDS les valeurs sont comprises entre 302 et 339 mg/l ces valeurs sont conformes à la norme et en tenant compte des valeurs guides du tableau IV.6.B ; l'eau de la STEP est labélisé Bien.

IV.1.2- Analyses des paramètres de pollution :

Dans le tableau N0 IV.7, nous avons présentés les valeurs des paramètres celui de l'ammonium et ainsi que celui des nitrites et des phosphates relevés durant la campagne d'échantillonnage.

Tableau IV.7 : Les résultats du paramètre de pollution

Les semaines	L'ammonium NH ₄ ⁺	Nitrite NO ₂ ⁻	Phosphates PO ₄ ³⁻	La date
Semaine 1	ND	ND	ND	20/04/2018
Semaine 2	ND	ND	ND	27/04/2018
Semaine 3	ND	ND	ND	4/05/2018
Semaine 4	ND	ND	ND	11/05/2018
Semaine 5	ND	ND	ND	18/05/2018
La norme	0,5 mg/l	0,2mg/l	0,5mg/l	-

➤ **Remarque :** les normes utilisées de journal officiel de la république algérienne

L'absence total d'ammonium et de nitrites dans l'eau s'explique par l'absence d'espèces végétales et animales qui sont les principales sources de matières minérales azotée générés par oxydation des diverses protéines dans le cycle de l'azote

L'azote ammoniacal est toxique pour la vie aquatique. Le critère de toxicité n'est pas fixe mais variable selon le pH et la température. Dans les eaux naturelles, l'azote ammoniacal provient principalement du lessivage des terres agricoles (nitrate d'ammonium) ainsi que de l'infiltration éventuelle des eaux usées d'origine municipale et industrielle.

Les teneurs en NH_4^+ généralement démontrent ces particules proviennent essentiellement du métabolisme bactérien.

Les résultats négatifs obtenus pour les phosphates, est attribué à notre sens à une absence de contamination qu'elle soit d'origine agricole (engrais phosphatés) ou autres.

D'après les résultats obtenus on remarque que les tests des phosphates sont négatifs (valeurs nulles pour toutes les étapes de potabilisation).

VI.1.3-Les paramètrespectrophotométriques

Nous nous entendons par les paramètres spectrophotométriques les paramètres tels le Fe^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^- ,

Tableau :IV.8- Les résultats des paramètres spectrophotométriques de l'eau traitée

-	Les Paramètres physico-chimiques		
	Fe^{2+}	SO_4^-	NO_3^-
20/04/2018	ND	213,4	5,67
11/05/2018	ND	315,6	0,53
La moyenne	00	264,5	3,1
La norme	0,3mg/l	400mg/l	50mg/l

➤ **Le fer**

Quoique que la réglementation algérienne recommande une valeur de 0,3mg/l. nous pouvons observer que dans notre cas les valeurs relevées dénotent une quasi absence du fer pour les eaux brutes et ou traitée de la station de bouira ceci répond aux normes prescrites.

➤ **Sulfate**

Le niveau maximum de sulfate suggéré par l'OMS dans les lignes directrices de la qualité demandée pour l'eau destinée à la consommation, d'après les accords de Genève en 1993 est de 500 mg/L. Les normes de l'UE qui sont plus récentes, 1998, complètes et strictes que les normes de l'OMS suggérant un maximum de 250 mg/L en sulfates dans l'eau destinée à la consommation humaine.

Les personnes pas habituées à boire de l'eau avec un niveau important de sulfate peuvent souffrir de déshydratation et de diarrhées en buvant celle-ci. Les enfants sont souvent plus sensibles au sulfate que les adultes. Par mesure de sécurité, l'eau avec un niveau de sulfate excédant 400mg/L ne devrait pas être utilisée pour la préparation de nourriture pour bébés. Des enfants plus vieux et des adultes s'habituent aux eaux dont la concentration en sulfate est élevée après quelques jours.

D'après les résultats des analyses, les valeurs enregistrées restent inférieurs aux normes maximales admissibles.

➤ **Nitrate**

L'ion nitrate (NO_3^-) est la principale forme d'azote inorganique trouvée dans les eaux naturelles. Il constitue le stade final de l'oxydation de l'azote. L'ion nitrite (NO_2^-) s'oxyde facilement en ion nitrate, c'est la raison pour laquelle cette forme se retrouve rarement en concentration importante dans les eaux naturelles. Les principales sources de nitrates sont les effluents industriels et municipaux et le lessivage des terres agricoles.

Le résultat obtenu pour le nitrate est 3.1 mg/L cette concentration est nulle pour l'eau traitée. Donc les valeurs de nitrate sont conformes aux normes.

IV.1.4-Les paramètres volumétriques

Les paramètres « dites » volumétrique sont ceux analysés par complexométrie ou par toute réaction acidobasique

Les paramètres concernés sont le Ca^{2+}

Tableau :IV.9- Les résultats des paramètres volumétriques

	Les Paramètres physico-chimiquesvolumétriques			
	Ca^{2+} mg/l	CL ⁻ mg/l	TH mg/l	TAC F°
Semaine 1	107.2	59.64	141.76	20.5
Semaine 2	100.3	74.55	141.68	30.4
Semaine 3	108	66.03	140.48	25.5
Semaine 4	100.5	63.8	161.6	40.5
Semaine 5	90.87	66.3	147.88	37.5
La moyenne	101.3	66.06	146.68	30.88
La norme	200	500	500	500

Remarques : les normes utilisées de journal officiel de la république algérienne

➤ **Calcium Ca^{2+}**

Les résultats obtenus après l'analyse montrent que les valeurs de (Ca^{2+}) sont conformes aux normes de potabilité algériennes

➤ **Chlorure Cl^-**

Les résultats obtenus sont conformes aux normes (inférieure à 500 mg/l). Les chlorures provoquent un goût désagréable dans l'eau (à partir de 250 mg/l) et la rend corrosive pour les conduites, laxatives et préjudiciables aux personnes atteintes de maladies cardio-vasculaire ou rénale

➤ **La dureté (TH)**

L'analyse des prélèvements effectués ont révélé que le titre hydrotimétrique total avoisine une moyenne de 146.68 mg /l, ce que constitue un niveau de concentration en calcium et magnésium très acceptable pour une eau potable par rapport aux normes établies

➤ **L'alcalinité TAC**

Les valeurs de titre alcalimétrique complet de l'eau de consommation varient de 20.5 à 37.5 °F qui correspond respectivement à des concentrations de 205 et 406 mg/l

CaCO₃. Ces concentrations englobent la somme des sels hydroxydes, carbonates et bicarbonate.

Les valeurs des TAC et TA sont utiles pour l'étude d'une eau et principalement sont agressivité ou sa tendance à l'incrustation car ils dépendent de l'équilibre entre l'acide carbonique et les bicarbonates.

➤ **Le magnésium Mg²⁺**

La teneur en Mg²⁺ est conforme aux normes de potabilité.

Conclusion

D'après l'analyse des résultats, on constate que la majorité des paramètres sont conformes aux normes algériennes, le seul paramètre observé qui dépasse les normes ne concerne que la turbidité pour l'eau brute ce qui est tout à fait commun.

IV-2- Résultats des paramètres bactériologiques

IV-2-1- Résultats des paramètres bactériologiques réduits (ABR)

Tableau : Les résultats des paramètres bactériologiques réduits

Les bactéries	La date	Coliforme Totaux	Coliforme Fécaux	E. coli	Streptocoque Fécaux	Observations
Les semaines						
semaine 1	20/04/2018	Abs	Abs	Abs	Abs	Bonne qualité
semaine 2	27/04/2018	Abs	Abs	Abs	Abs	Bonne qualité
semaine 3	4/05/2018	Abs	Abs	Abs	Abs	Bonne qualité
semaine 4	11/05/2018	Abs	Abs	Abs	Abs	Bonne qualité
semaine 5	18/05/2018	Abs	Abs	Abs	Abs	Bonne qualité
La Norme	-	00/100 ml	00/100 ml	00/100 ml	00/100 ml	-

D'après les analyses bactériologiques de l'eau de consommation (de Bouira) on constate l'absence des germes recherchés dans les prélèvements tels que :

- Les coliformes fécaux.
- L'E- coli.
- Les streptocoques fécaux.

Cela est attribué aux propriétés caractéristiques des eaux de barrage et à l'efficacité de la désinfection au niveau du réservoir

Les résultats de cette analyse sont conformes aux normes.

VI.2.2- Les résultats des analyses bactériologiques complète (ABC)

Tableau : Résultats des analyses bactériologiques complètes ABC

les bactéries la date	Germe totaux		Clostruimus	Observations
	22C°	37C°		
27/04/2018	Abs	Abs	Abs	Bonne qualité
11/05/2018	Abs	Abs	Abs	Bonne qualité
la norme	0/100ml	0/100ml	0/100ml	-

Pour les analyses bactériologiques observées on note une quasi absence des germes ce qui dénote de l'efficacité du système de stérilisation choisie. Donc les analyses sont conformes aux normes.

Pour le clostruimus on remarque l'absence des clostridium sulfite -réducteurs donc cette valeur est conforme aux normes.

Conclusion

D'après les résultats obtenus on remarque que l'eau étudiée sont absence des germes d'une contamination d'origine fécale telle que : les coliforme totaux, coliforme fécaux, E-Coli, clostridium, germes a 22 °C et 37 °C. Ce qui est indique que l'eau est bonne qualité bactériologique.

Conclusion

Dans ce travail, la maîtrise et la connaissance des techniques d'analyses physicochimiques et bactériologique

Utilisées pour le contrôle des eaux potables permettent la prévention efficace des consommateurs contre les maladies hydriques et pour s'assurer de la bonne qualité de l'eau que consomme la population.

Au cours de notre stage pratique, nous avons réalisé une série d'analyses complètes permettant de connaître la qualité de l'eau de consommation au niveau de la wilaya de Bouira .

Durant ce travail, effectué au sein du laboratoire de l'ADE (Algérienne Des Eaux), nous nous sommes familiarisés avec une seule types d'analyse :

- ✓ Des analyses physico-chimiques et bactériologique où nous avons pris connaissance avec des méthodes de dosage et de lecture des résultats par différentes méthodes à l'image du spectrophotomètre.

Tous les résultats obtenus au cours de notre travail répondent aux normes de potabilité ce :

- qui nous amène à conclure que l'eau de consommation de la wilaya de Bouira, tant au niveau de la distribution que chez le consommateur, est de bonne qualité physicochimique et bactériologique.

Finalement, la meilleure approche pour assurer une eau conforme aux normes est de privilégier les actions suivantes :

- protection de la source.
- utilisé des méthodes de traitements de l'eau appropriées et efficaces.
- bon entretien et nettoyage des réservoirs de stockage et des réseaux de distribution.
- bon choix des matériaux des réservoirs de stockage et des réseaux.
- renforcement de la surveillance de la qualité de l'eau.
- recrutement des spécialistes avec la formation pratique.
- pour le consommateur, il faut désinfecter l'eau avant de la boire et la stocker dans des conditions hygiéniques.

Bibliographiques

- [1] **Siham ALIOUANE** Master 1, Mention « Biologie » Parcours « Biodiversité , écologie, environnement » Année 2009/2010.
- [2] **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.
- [3] **AHMED DJOGHLAF et ANADA TIEGA.**, 2010. Eau potable, biodiversité et développement. Secrétariat de la convention sur la diversité biologique. Un guide des bonnes pratiques. P48.
- [4] **DEBBAKH ABDERREZAK.**, 2012. Qualité et dynamique des eaux des Systems Lacustres en amont de l'Oued Righ. Mémoire magister. Université de KASDI MERBAH. Spécialité: hydraulique. P176.
- [5] Cours préparé par: **Dr. RACHID SALGHI**, Professeur à l'Ecole Nationale des Sciences Appliquées d'Agadir Catalogue eaux et environnements 2^{ème} édition.
- [6] Réseaux Partenarial des Données sur l'Eau (RPDE)., (2007). Le cycle de l'eau, Observatoire Régional de l'Environnement Poitou-Charentes, 33p.
- [7] **J-RODIER** l'analyse de l'eau 8^{ème} édition.
- [8] **C- HASLAY et H- LECLERC**, microbiologie des eaux d'alimentations 1993
- [9] **R-Desjardins.**, le traitement des eaux, 2^{ème} édition revue de l'école polytechnique de Montréal, 1990.
- [10] **J-GUIRAUD et P-GALZY**, analyse microbiologique dans l'industrie alimentaire, les éditions de l'usine nouvelle. Paris (1980). Page : 64-89.
- [11] Catalogue eaux et environnements 2^{ème} édition.
- [12] **DEGREMENT MEMENTO** technique de l'eau 8^{ème} édition Ed1978.
- [13] Dictionnaire.
- [14] Polycopies pédagogique.

Bibliographiques

- [15] **J-RODIER** l'analyser de l'eau 8^{ème} édition.
- [16] **H-CHEVOLED.W.J.Mass CHELEN**, processus unitaire du traitement des eaux potable. Edition : CEBEDOC sprl liège, 1996
- [17] Mémoire de fin d'étude(VERS L'ETABLISSEMENT DES PERIMETRES DE PROTECTION DES CAPTAGES D'EAUX SOUTERRAINES DESTINEES A L'A.E.P. DE LAVILLE DE BISKRA)université Mohamed khider Biskra 2011.
- [18] **Henaut A.**, (2011). Pollution de l'air et de l'eau, Les dossiers de science et politiques publiques, université Pierre et Marie Curie, Paris, P 02.
- [19] **MELGHIT MERIEM.**, 2012. Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments eau / sédiments de l'oued rhumel, et des barrages HAMMAM GROUZ ET BENI HAROUN. Mémoire magister. Université MENTOURI CONSTANTINE . P175.
- [20] **OUBAGHA NOURA** .,2011. Décontamination des eaux contenant les colorants textiles et les adjuvants par des matériaux naturels et synthétique. Mémoire magister. Université MOULOUD MAMMERI.TIZI OUZOU. P151.
- [21] **Madigan M.,Martinko J.**,(2007).Biologie des microorganismes, 11Eme édition, Pearson.éducation, Paris, PP:918-932.
- [22] **Hartemann P.**, (2004). Contamination des eaux en milieu professionnel, EMC-Toxicologie Pathologie, Elsevier, PP: 63–78.
- [23]**Piar Roux R.**, (2002).Le choléra : épidémiologie et transmission, Expérience tirée de plusieurs interventions humanitaires réalisées en Afrique, dans l'Océan Indien et en Amérique Centrale, Bull Soc Pathol Exot, Vol 95, N°5, PP: 345-350.
- [24] **Rogeaux O.**, (1991).Fièvre typhoïde, Association Tokombéré, Développement et Santé, n°91, 25p.
- [25] **Masschelein W.J.**, (1996). Processus unitaire du traitement del'eaupotable, Edition CEBE, DOC spilliège, PP: 181-345.

Bibliographiques

- [26] **Briere F.G.**, (2000).Distribution et collecte des eaux, 2ème édition : École Polytechnique de Montréal, PP : 299-300.
- [27] **Belataf M., Boukrine F., Zellagui A.**, (2004). Les maladies à transmission hydrique: Choléra, Fièvre typhoïde, Shigellose , Amibiase, Hépatites virales à transmission féco-orale, Edit, PP: 148-150.
- [28] **Zougrana E.I.**, (2009).La poliomyélite, 12 Mai 2009, 9p.
- [29] **OMS** : Directive de la qualité pour l'eau de boisson Genève 1985 voll.
- [30] Différents constituants de l'eau.
- [31] **Glaude B., Robert P.**, (2001).Chimie de l'environnement (air, eau ; sol, déchet), de boeck, paris, 299 p.
- [32] **H-CHEVOLED.W.J.Mass CHELEN**, processus unitaire du traitement des eaux potable. Edition : CEBEDOC sprl liège, 1996.
- [33] **DEGREMENT MEMENTO** technique de l'eau 8^{ème} édition Ed1978.
- [34] **R-Desjardins.**, le traitement des eaux, 2^{ème} édition revue et corrigée, 1997.
- [35] A l'usage des agents de la compagnie générale des eaux 2^{ème} édition 1980.



ANNEXE

Annexes

Annexe 01 : Les normes Algériennes.

NORMES ALGERIENNES (NA 6360)

Le tableau indiquant les concentrations maximales admissibles algériennes

(Chimiques et bactériologiques)

Paramètres	Unité	Niveau guide	Concentrations Maximales Admissibles	Méthodes
Facteurs physico-chimiques				
pH	/		6.5 – 8.5	NA 751
Conductivité	μS/cm à 20°C	-	2800	NA 749
Température	°C	-	≤25	
Dureté Totale	mg/l CaCO ₃	200	500	NA752
Calcium Ca ²⁺	mg/l	75	200	NA1655
Magnésium Mg ²⁺	mg/l	-	150	NA1653
Chlorures	mg/l	200	400	NA6362
Sulfate	mg/l	200	400	NA755
Fer	mg/l	-	0.3	NA760
Facteurs de pollutions				
Nitrates	mg/l	-	50	NA 1656
Nitrites	mg/l	-	0.1	NA 1657
Ammonium	mg/l	0.05	0.5	NA 1879 ou NA 1852
Facteurs bactériologiques				
Coliformes totaux	Nbr. / 100 ml	-	0	NA 764
Coliformes fécaux				
Streptocoques	Nbr. / 100 ml	-	0	NA 765 ou 766

Annexes

Annexe 02 :

PREPARATION DES SOLUTIONS ET DES REACTIFS

❖ L'Ammonium

➤ Réactif coloré :

- Salicylate de sodium $C_7H_6O_3Na$ 13g
- Citrate triso digue dihydrati $C_6H_5O_7Na_3 \cdot 2H_2O$ 13g
- Nitroisopentacyanoferrate III de Na..... 0,0976g
- Eau distillée 100ml

➤ Solution de dichloroisocyanurate de sodium :

- Hydroxyde de sodium NaOH..... 3,2g
- Eau distillée 50ml

Refroidir la solution et ajouter :

- Dichloroisocyanurate dihydrate 0,2g
- Eau distillée q.s.p 100g

➤ Solution de lavage :

- Hydroxyde de potassium 100g
- Eau distillée q.s.p 100g

Refroidir la solution et ajouter :

- Ethanol 95% V/V 900ml

➤ Solution d'acide phosphorique : (elle est utilisée si l'échantillon est coloré)

-Acide phosphorique (85%) 25ml.

-Eau distillée..... 150ml.

Après refroidissement à la température ambiante, on complète à l'eau distillée jusqu'à 250ml, conserver cette solution dans un flacon en verre brun. Elle est stable pendant six mois.

❖ Nitrite NO_2^- :

➤ Réactifs colorés (réactifs dangereux) :

- Amino-4bénéne sulfonamide 20g.
- mélange

{	H_3PO_4 (d=1,7) 50ml.
	Eau distillée..... 250ml.
- Dichlorhydrate de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane..... 1g.
- Eau distillée q.s.p 500ml.

Conserver cette solution dans un flacon en verre brun. Elle est stable pendant un mois ; si elle est conservée entre 2 et 5 C°

➤ Solution mère étalon d'azote nitreux (NO_2) 100 mg/l :

- nitrite de sodium ($Na NO_2$) 0,4926g.

(Sécher à 105C° pendant 2h)

- Eau distillée..... 750ml.

Annexes

Compléter à 1 litre : Conserver cette solution dans un flacon bouché en verre brun. Elle est stable pendant un mois. Si elle conserve entre 2 et 5°C.

➤ **Solution fille étalon d'azote nitreux (NO₂) 1 mg/l :**

- Solution mère 1ml.
- Eau distillée q.s.p 100 ml.

Préparer cette solution chaque jour avant l'emploi.

➤ **Solution de nettoyage :**

Toute la verrerie doit être soigneusement lavée avec une solution d'acide chlorhydrique (d=1,12g/ml, 25%) et rincer abondamment à l'eau.

❖ **Nitrate NO₃⁻**

➤ **Solution d'hydroxyde de sodium Na OH :**

- Hydroxyde de sodium 20g.
- E.D.T.A 5g.
- Eau distillée q.s.p 100ml.

Dissoudre le NaOH dans 80 ml d'eau distillée, ajouter l'E.D.T.A après dissolution et refroidissement, transvaser la solution dans une fiole, ajuster le volume 100ml.

Conserver cette solution dans un flacon de polyéthylène.

➤ **Solution d'azoture de sodium Na N₃ :**

- Azoture de sodium 50mg.
- Eau distillée q.s.p 100ml.

➤ **Solution mère étalon d'azote nitrique à 100mg/l :**

- Nitrate de potassium anhydre 0,722g.
- Eau distillée q.s.p 1000ml.

Cette solution est stable pendant deux mois.

➤ **Solution fille étalon d'azote nitrique à 5mg/l :**

- Solution mère 50ml.
- Eau distillée q.s.p 1000ml.

➤ **Solution de nettoyage de la verrerie**

- Toutes la verrerie doit être soigneusement lavée avec une solution chaude d'acide chlorhydrique (d=1,12g/ml 25 %) et rincée abondamment à l'eau

- Ne pas utiliser de détergents contenant des phosphores après l'usage et elle doit être conservée fermée.

- La verrerie utilisée pour la phase de développement de la coloration doit être rincée de temps en temps avec une solution de Na OH (2ml).

Annexes

❖ TA TAC :

- **Solution acide chlorhydrique HCl à 0,02N :**
 - HCl (1N) 2ml.
 - Eau distillée q.s.p 100ml.
- **Solution alcoolique de phénophtaléine à 0,5% :**
 - Phénophtaléine 5g.
 - Alcool éthylique 500ml.
 - Eau distillée 500ml.
- **Solution de méthyle orange à 0,5 :**
 - Méthyle orange 0,5g.
 - Eau distillée q s.p 100ml.

Eau distillée exempte d'anhydride carbonique libre (par ébullition de 15 mn).

❖ TH :

- **Solution tampon pH =10,1 :**
 - Chlorure d'ammonium NH_4Cl 6,75g.
 - Solution ammoniacale (25 %) $d=0,91\text{g/ml}$ 57ml.
 - L'E.D.T.A de Mg ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2\text{Mg}$) 0,5g.
 - Eau distillée q.s.p 100ml.

Conserver cette solution dans une bouteille de polyéthylène (durée de conservation limitée). Diluer 10ml de la solution à 100ml avec de l'eau.

Si cette solution n'a pas un pH de 10, rejeter la solution originale.

- **Indicateur coloré : mordant noir 11 (noir ériochrome)**
 - Introduire 0,5 g de noir ériochrome dans 25 ml d'éthanol

❖ Ca^{2+} :

- **Solution d'E.D.T.A ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8\text{-}2\text{H}_2\text{O}$) 0,01 mol /l:**
 - E.D.T.A (sécher à 80C° pendant deux heures) 3,725g.
 - Eau distillée q.s.p 1000ml.

Conserver cette solution dans une bouteille en polyéthylène, et en vérifier la concentration de temps à autre avec la solution étalon de calcium CaCO_3 .

- **Solution d'hydroxyde de sodium (Na OH) 2N :**
 - Na OH (pastilles) 8g.
 - Eau distillée q.s.p 100ml.

Conserver cette solution dans une bouteille en polyéthylène.

- **Solution d'indicateur coloré de murexide $\text{C}_8\text{H}_8\text{N}_6\text{O}_6$:**
 - Introduire 0,2g de murexide dans 100g de Na Cl

Annexes

➤ Solution étalon de référence de calcium (CaCO_3) 0,01 mol/l :

-Sécher une quantité CaCO_3 pur pendant deux heures à 105°C , et laisser refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur.

- Introduire 1g de CaCO_3 dans une fiole conique de 500ml.
- Humidifier avec de l'eau.
- Ajouter goûte à goûte de HCL à 4mol/l jusqu' à la dissolution complète de carbonate.
- Eviter un excès d'acide.
- Ajouter 200ml d'eau et porter à ébullition quelques minutes afin d'éliminer le CO_2 .
- refroidir et ajouter quelques gouttes d'indicateur rouge de méthyle.
- ajouter une solution ammoniacale à 3 mol/l jusqu' à ce que la solution de vienne orangée de 100ml.
- transvaser la solution dans une fiole jaugée de 1litre.
- compléter avec de l'eau distillée.
- 1ml de la solution contient 0,4008 ml /l (0,01m moles /l) de calcium.

❖ Chlorure :

➤ Nitrate d'argent (0,02mole /l) :

- Nitrate d'argent (sécher à 105°C)..... 3, 3974g.
- eau distillée..... q.p.s1000 ml.

Cette solution est stable pendant plusieurs mois, si elle est conservée à l'obscurité dans une bouteille en verre-brun munie d'un bouchon en verre.

➤ Solution étalon de référence de NCl à 0,02mole/l :

- NaCl (sécher à 105°C)..... 1, 169g.
- Eau distillée..... q .s.p 1000ml.

➤ Solution d'indicateur de chromate de potassium K_2CrO_4 à 10% :

- K_2CrO_4 10g.
- Eau distillée..... q.p.s100ml.

❖ Sulfate SO_4^{-2}

➤ Solution stabilisante de chlorure de baryum :

- Chlorure de baryum 10g.
- Solution de tween 20ml.
(ou 5ml de la solution de polyvinyle-pyrrolidone)
- Eau distillée 100ml.

➤ Solution étalon de sulfate de sodium à 150mg/l de SO_4^{-2}

- Sulfate de sodium anhydre Na_2SO_4221g
- Eau distillée 100 ml

❖ Fer total

➤ Solution acétate tampon

- Acétate d'ammonium $\text{CH}_3\text{COONH}_4$40g

Annexes

- (Dissoudre dans l'eau)
- Acétate d'ammonium CH_3COOH , $d=1.06\text{g/ml}$ 50ml
 - Eau distillée 100 ml
- **Solution chlorhydrate d'hydroxylamine**
- Chlorhydrate d'hydroxylamine $\text{NH}_2\text{OH.HCl}$ 10g
 - Eau distillée 100ml
- Cette solution est stable pendant une semaine au moins
- **Solution de phénantroline 1-10**
- phénantroline 1-10 monohydratée de HCl ($d=1.12\text{g/ml}$) 0.42g
- Conservée cette solution à l'obscurité, elle est stable pendant une semaine
- **Solution mère du Fer à 0.1g/l fil de fer (portée 99.99%)**
- Eau distillée
20ml
 - Solution HCl ($d=1.12\text{g/ml}$) chauffer légèrement pour dissoudre et compléter avec l'eau distillée jusqu'à 500ml
- Conservée cette solution dans une bouteille en verre en plastique, elle est stable pendant une semaine

Annexe 03

Annexe n° 3. Préparation des milieux culture :

❖ Streptocoques

➤ Milieu de slanetz :

Dans 1 litre d'eau permutée, dissoudre :

- Peptone 20g.
- Extrait de viande..... 5g.
- Glucose..... 2g.
- Monohydrogénophosphate 4g.
- Azide de sodium..... 0,4g.

Ajuster le pH à 7,2. Ajuster 10g d'agar et dissoudre par chauffage doux, sans dépasser 100°C. Refroidir à 50°C. ajouter 10ml d'une solution stérile de chlorure de 2,3,5-triphényltétrazolium (TTC) à 1 %. Couler en boîtes de pétri de 60 mm. Laisser refroidir. Se conserve 3 à 4 semaines à 2-3°C.

➤ Milieu BEA « bile Esculine azide » :

Dans 1 litre d'eau permutée dissoudre en portant à l'ébullition.

- Tryptone 17g.
- Peptone 3g.
- Extrait de levure 5g.
- Bile déshydratée de bœuf 10g.
- NaCl 5g.
- Citrate de sodium 1g.
- Esculine 1g.
- Citrate de fer ammoniacal 0,5g.
- Azide de sodium..... 0,25g.
- Gélose..... 15g.

-Ajuster le pH de telle façon qu'après stérilisation il soit à $7,1 \pm 0,1$ à 25°C. Répartir à raison de 100 mL dans des flacons de 200mL. Stériliser pendant 15 minutes à 21 ± 1 °C.

Pour l'emploi, couler ce milieu après fusion et refroidissement à 50-60 °C, dans des boîtes de pétri de 90 mm de diamètre, à raison de 20mL par boîte.

❖ Coliforme

➤ Milieu TSI (triple Sugar Iron) :

- Peptone de viande..... 15g.
- Protease peptone..... 5g.
- Extrait de viande..... 3g.
- Extrait de leueur 3g.
- Glucose 1g.
- Saccharose 10g.
- Lactose..... 10g.
- Citrate de Fe vammonia..... 10,3g.
- Chlorure de sodium 5g.
- Thiosulfate..... 0,3g.

Annexes

- Rouge de phénol 0,05g.
- Agar 18g.
- ❖ **Coliforme fécaux**
- **Milieu Schubert (INDALE- MANITOL) :**
 - Sulfate de magnésium 0,7g.
 - Acide glutaminique 0,2g.
 - Sulfate d'ammonium 0,4g.
 - Citrate de sodium 0,5g.
 - Chlorure de sodium 2g.
 - Trypt Tryptophane 0,2g.
 - Suone oxyde 10g.
 - Mam Titur 7,5g.
 - Eau distillée 500ml.
 - Tompon phosphate (pH =7) 500ml.
- ❖ **E-coli**
- **Réactif kovacs :**
- Paramythylamine-benzaldehyde 5g.
- Alcool iso amylique 75ml.
- ❖ **Sulfate SO_4^{-2}**
- **Solution stabilisante de chlorure de baryum :**
 - Chlorure de baryum 10g.
 - Solution de tween 20ml.
(ou 5ml de la solution de polyvinyle-pyrrolidone)
 - Eau distillée 100ml.
- **Solution étalon de sulfate de sodium à 150mg/l de SO_4^{-2}**
 - Sulfate de sodium anhydre $Na_2 SO_4$ 0.221g
 - Eau distillée 100 ml.
- ❖ **Fer total**
- **Solution acétate tampon**
 - Acétate d'ammonium CH_3COONH_4 40g
(Dissoudre dans l'eau)
 - Acétate d'ammonium CH_3COOH , d=1.06g/ml 50ml
 - Eau distillée
- **Solution chlorhydrate d'hydroxylamine**
 - Chlohydrate d'hydroxylamine $NH_2OH.HCL$ 10g
 - Eau distillée 100ml
 - Cette solution est stable pendant une semaine au moins
- **Solution de phénantroline 1-10**
 - phénantroline 1-10 monohydratée de HCL (d=1.12g/ml) 0.42g

Annexes

Conservée cette solution à l'obscurité, elle est stable pendant une semaine

➤ **Solution mère du Fer à 0.1g/l fil de fer (portée 99.99%)**

- Eau distillée 20ml
 - Solution HCl (d=1.12g/ml) chauffer légèrement pour dissoudre et compléter avec l'eau distillée jusqu'à 500ml
- Conservée cette solution dans une bouteille en verre en plastique, elle est stable pendant une semaine.