



**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIERE ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM

**FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET DE L'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT DE CHIMIE**

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

MASTER II EN CHIMIE

Option: **ANALYSE SPECTRALE EN CHIMIE**

**Étude et analyse des propriétés de l'eau potable au sein
de l'ADE**

Présenté par :

BENAOUDA ABED

Encadré par :

➤ **M^{me}. RAHMANI.M**

Les membres de jurys

➤ La présidente : **M^{me}. Bourahla.S**

MCB UMAB-Mostaganem

➤ Examineur : **Ms. Kadi.**

MAA UMAB-Mostaganem

Année Universitaire : 2015/2016

Sommaire

Introduction

CHAPITRE 01 : Présentation de l'ADE et Normes physico- chimiques

I.1-Historique de l'ADE	03
I.2-Missions de l'ADE.....	03
I.3-Présentation de la station de traitement des eaux potables (RELIZANE).....	03
I.3.1 Généralité sur la station.....	04
I.4-principe de fonctionnement de la station de traitement des eaux.....	05
I.5-Organisation des différents laboratoires.....	05
I.5.1- Le laboratoire physico-chimique.....	05
I.5.2-Le laboratoire bactériologique.....	05
I.6-Ressources des eaux.....	06
I.6.1- Eaux souterraines.....	06
I.6.2-Les ressources hydriques de surface destinées à la consommation.....	06
I.7- Qualité de l'eau.....	07
I.7.1- Qualité organoleptique.....	07
I.8-Qualités microbiologiques.....	09
I.8.1- Paramètres bactériologiques de l'eau.....	10
I.8.2 -Normes bactériologiques de l'eau potable.....	10

CHAPITRE 02 :Méthodes de traitement de L'eau potable

II.1-Procédés de traitement des eaux brutes.....	12
II.1.1-Etapes de traitement des eaux brutes.....	12
A-Coagulation et Flocculation.....	13
B-Décantation.....	14
C- Correction du PH.....	14
D- Filtration.....	15
E- La chloration.....	16
II.3-Traitement physico-chimique.....	18
II.3.1-Les analyses volumétriques et colorimétriques.....	19
A-Gaz carbonique libre.....	19
B- Chlorures.....	20
C - La Dureté.....	21
D- L'alcalinité totale.....	21
E-dosage de calcium.....	22
F-dosage de magnésium.....	23
G - Le chlore résiduel libre.....	24

H -Dosage de l'aluminium.....	24
I- Les Fluorures.....	24
J- La dureté totale.....	24
II.3.2-les analyses physiques.....	26
A- Le pH de l'eau.....	26
B- Température.....	27
C- Turbidité.....	27
II.4-Examen bactériologique de l'eau.....	28
II.4.2-Les bactéries coliformes.....	29
II.4.3-Procédures d'examens bactériologiques.....	29

CHAPITRE 3 :Résultats et discussion

III.1-Introduction.....	38
III.2-Échantillonnage.....	38
III.3-Transport des échantillons.....	38
III.4-Transport des échantillons.....	38
Résultats physique.....	39
Résultats chimiques.....	43
III.5-Les analyses bactériologiques.....	46
Discussion générale.....	47
Conclusion générale.....	52

Introduction

L'eau est essentielle pour la vie, cependant elle peut être aussi une source de maladie. D'après un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé cinq millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies liées à l'eau contaminée.

La consommation d'une eau potable est un facteur déterminant dans la prévention des maladies liées à l'eau, de ce fait elle doit bénéficier d'une attention particulière.

Les maladies contagieuses causées par les bactéries pathogènes, les virus et les parasites sont très souvent liées à la consommation d'eau ne répondant pas à des critères minimaux de potabilité. Elles constituent pour la santé le risque le plus commun et le plus répandu. Il est donc important d'établir des normes et des indicateurs de potabilité et de qualité et surtout de vérifier qu'elles sont respectées.

En effet, l'eau destinée à la consommation humaine ne doit contenir ni substances chimiques dangereuses, ni germes nocifs pour la santé.

Afin de garantir une eau de qualité Les méthodes pour rechercher les germes pathogènes dans l'eau sont longues et complexes, c'est pourquoi sa qualité bactériologique est appréciée à partir de la recherche de germes témoins de contamination fécale (*Escherichia coli* et entérocoques). La mise en évidence de ces germes dans l'eau témoigne de la possibilité de présence de germes pathogènes.

Donc La qualité de l'eau correspond à un ensemble de critères physico-chimiques qui définissent son degré de pureté et par conséquent son aptitude aux divers usages alimentaires, domestiques, agricoles ou industriels.

Au cours du premier chapitre nous nous intéresserons à la structure de l'algérienne des eaux ADE et nous citerons les normes en vigueur en Algérie pour affirmer de la potabilité de l'eau.

Dans le second chapitre nous citerons toutes les méthodes d'analyse ainsi que les procédés de prétraitement de l'eau.

Le 3 eme chapitre sera consacré aux résultats qu'on a obtenu au sein de l'ADE que ce soit physico-chimique et bactériologiques ; nous mentionnerons également l'étude comparative que nous avons menée entre l'eau du robinet et des marques d'eau minérale.

CHAPITRE 01

Présentation de L'ADE

Et

Normes physico- chimiques

I.1-Historique de l'ADE :

L'Algérienne Des Eaux (ADE) est un établissement public national à caractère industriel et commercial doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il a été créé par le décret exécutif n° 01-101 du 27 Moharem 1422 correspondant au 21 Avril 2001. L'établissement est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, son siège social est fixé à Alger.

L'ADE est également chargée de procéder à la maintenance préventive et la remise à niveau des infrastructures d'assainissement. Visant l'efficacité du point de vue technique, économique et environnemental, pour atteindre ses objectifs elle s'est proposée de développer les moyens humains et matériels et d'introduire de nouvelles technologies, pour y arriver elle assure la formation continue à son personnel.

I.2-Missions de l'ADE:

La mission principale est la surveillance de la qualité de l'eau distribuée; ainsi que de faciliter toute action visant à économiser cette dernière, notamment par l'amélioration des réseaux de transfert et de distribution.

L'introduction de toute technique de préservation de l'eau, cet objectif sera atteint avec la mise en place de nouvelles technologies et le développement des moyens humains et matériels existants; la lutte contre le gaspillage grâce aux campagnes d'information, qui servent à sensibiliser les usagers quand à cette ressource qui tend à se raréfier.

I.3-Présentation de la station de traitement des eaux potables (RELIZANE) :

Introduction :

L'entreprise de décontamination et de traitement des eaux domestique et industrielles et de distribution de la wilaya de RELIZANE est l'une des grandes entreprises locales de la wilaya.

L'unité de traitement des eaux et une des branches appartenant à cette entreprise, son rôle est de traiter et de distribuer l'eau potable. Selon les responsables de la station, elle est mise en service en 1985 avec une capacité de production de 17280 m³/ jour, elle produit plus de 4043820m³/an d'eau traitée et distribuée au niveau de la ville de RELIZANE et celle de Benda-oued. Mais avant cette station il y'avait une ancienne station héritée de la période coloniale (1946), elle est toujours en marche, avec une production de 3890 cm³/jours.

La station de traitement a aussi un service technique qui s'occupe de la maintenance et de la réparation du matériel de la station ainsi que les canalisations de la ville.

Les réservoirs qui sont en liaison avec la station sont chargés de la distribution de l'eau, avec une capacité de stockage de 2000 m³.

La ville de RELIZANE est alimentée en eau potable à partir de barrage ES-aada situé dans la commune de Sidi M'Hamed Benaouda, avec une superficie de 1800 ha, il a une forme circulaire et une hauteur maximale de 40 mètre. L'eau de barrage ES-aada est destinée essentiellement à l'alimentation en eau potable, et en second lieu à l'irrigation. Elle est traitée dans la station dès son arrivée à travers un grand canal qui relie directement le barrage à la station.

I.3.1 Généralité sur la station :

La station est constituée d'une installation pour la préparation d'un volume net d'eau potable conditionnée de 720 m³/heure, avec ces tuyauteries, vannes, pompes ainsi que des ventilateurs soufflants et un système d'injection et de dosage de produits chimiques ainsi qu'un bac de stockage ; elle est constituée de deux stations, A et B :

➤ **La Station A contient:**

- 02 bassins de coagulation
- 02 bassins de floculation
- 02 bassins de décantation
- 06 bassins de filtration

➤ **La Station B contient :**

- Un poste de mélange
- 02 pompes de dosage pour le sulfate d'aluminium
- 02 pompes de dosage pour le lait de chaux
- 02 pompes de dosage pour l'adjuvant
- Bassin de coagulation à 4 unités
- Bassin de floculation à 4 unités
- Bassin de décantation à 4 unités
- 04 filtres
- 01 soute à eau épurée
- 01 pompe à boues
- 02 soufflantes
- 02 pompes à eau de rinçage
- 02 pompes à eau épurée
- 02 pompes pour la dilution du chlore
- 02 doseurs de chlore

I.4-principe de fonctionnement de la station de traitement des eaux :

Depuis le bassin de stockage, l'eau s'écoule librement dans le réservoir intermédiaire, situé dans la station de traitement. Les doses nécessaires de produit chimique et d'eau chlorée sont introduites au-dessus du système à cascade.

L'eau arrivant de ce réservoir intermédiaire est distribuée sur quatre bassins de floculations. En vue d'assurer l'efficacité du traitement floculant, chaque bassin a été équipé d'un système d'agitation.

La décantation de l'eau est assurée par un séparateur à lamelles prévu en aval de chaque bassin de floculation, l'eau en provenance de ces séparateurs n'arrive aux filtres qu'au travers d'un caniveau placé transversalement devant les filtres.

Le dispositif de filtration se compose de 4 filtres à sable ouverts avec chacun une capacité de 200 m³/h. Le débit maximal de la station de traitement est par conséquent de 800 m³/h.

Le rinçage des filtres s'effectue d'une manière automatique, ils ne peuvent être rincés que par un à la fois, de sorte que lors du rinçage, l'eau à épurer est répartie entre les trois autres. Le nettoyage a lieu avec l'eau de rinçage puisée dans la soute à eau épurée et l'air débité par une soufflante. Un ensemble des vannes à commandes pneumatique fait poser l'eau dans la soute à eau épurée, puis elle est amenée depuis la soute et par pompage vers deux réservoirs de stockage.

L'ancienne station de traitement est constituée d'un réservoir intermédiaire, 2 bassins de floculation équipés d'un système d'agitation, 2 grand bassin de décantation, contrairement à la première station qui est équipée de séparateur à lamelles qui facilite la décantation, 6 filtres à sable ouverts, dont le rinçage s'effectue d'une manière manuelle et puis l'eau filtrée passe dans la soute à eau épurée qui est amenée par pompage vers la ville de Benda-oued.

I.5-Organisation des différents laboratoires :

On distingue deux laboratoires :

I.5.1- Le laboratoire physico-chimique :

Les analyses effectuées dans ce laboratoire sont : la prise de température, mesure du PH, la conductivité, la turbidité, le zéta potentiel, la salinité ainsi que la détection des matières décantables etc...

I.5.2- Le laboratoire bactériologique :

Les trois analyses les plus importantes menées dans ce laboratoire sont :

- La recherche de coliformes (bacteriaE.coli).
- La recherche des clostridium.
- La recherche des streptocoques.

I.6-Ressources des eaux :

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs et rivières) et des eaux de mer

Les ressources en eau sont représentées par 97% en eau de Mer et Océan ; les 3% restants sont départagés comme suit :

- 18 % d'eaux profondes inexploitable.
- 77 % de glaces.
- Les 5% restants représentent les eaux :
 - Des rivières
 - souterraines superficielles
 - lacs salés
 - lacs des eaux douces [1].

I.6.1- Eaux souterraines :

Les eaux souterraines constituent 20% des réserves d'eaux soit environ 1000 Millions de m³, leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique, elles se réunissent en nappes ; il existe plusieurs types [2].

I.6.2-Les ressources hydriques de surface destinées à la consommation :

Dans la wilaya de RELIZANE les deux barrages de Sidi M'Hamed Ben-aouda et Barrage de Gargar sont responsable d'assurer les eaux de consommation.

A-Barrage de Sidi M'Hamed Ben-aouda :

- Commune de Relizane : 2500 L/S (519 008 m³).
- Commune de Sidi M'hamed Ben aouda 20L/S (1 339 m³).
- Centre commune Ben Daoud : 10 L/S (1 152 m³)
- Village Khachab commune Ben Daoud : 20L/S (576 m³) Total: 22 075 m³

B- Barrage Gargar :

- Commune El-Hamri: 25 L/S (864 m³)
 - Commune Ben Zentiss; 25 L/S (1296 m³)Total 2 160 m³
- Total global : 24 235 m³/jour

C -Les ressources souterraines destinées à la consommation pour la wilaya de Relizane :

Point d'eau	nombre	Quantité débit L/S
- Forage	54	412 ,2
- Puits	24	38,5
- Sources	21	28,2
TOTAL	102	478,90

Tableau N°1 :Les ressources souterraines destinées à la consommation pour la wilaya de Relizane.

I-7- Qualité de l'eau :

I.7.1- Qualité organoleptique :

A-Couleur [3] :

la coloration des eaux peut avoir une origine naturelle (présence de fer et de manganèse dans les eaux profondes) ;peut-être une conséquence du phénomène d'eutrophisation (développement excessif d'algues et de plancton) des lacs, étangs, barrages,...etc. Avoir une origine industrielle chimique (colorants des tanneries et de l'industrietextile d'impression et teintures).

B- Odeur et saveur :

L'odeur d'une eau est généralement un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition en quantité souvent si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse. Le sens olfactif peut seul, dans une certaine mesure les déceler.

Toute eau possède une certaine saveur qui lui est propre et qui est due aux sels et aux gaz dissous. Si elle renferme une trop grande quantité de chlore, l'eau aura une saveur Saumâtre, si elle contient une forte quantité de sels de magnésium, l'eau aura un goût amer etc...

I.7.2--Normes physico-chimiques :

Les normes visent à fournir aux consommateurs une eau qui ne constitue pas un risque pour la santé, une eau impropre découle souvent d'une contamination chimique ou bactériologique, les différents paramètres physico-chimiques et recommandations de l'OMS sont représentés dans Le tableau suivant.

Paramètres physico-chimiques	Les unités	normes
PH		6.5-8.5
T	°C	25
Conductivité	µs/Cm	<2000
Turbidité	NTU	5
Taux de chlore	mg/l	0.2/0.7
TDS	mg/l	500/1500
Sal	%	2
T.A	°f	-
T.A.C	°f	60
T.H	°f	50
HCO ₃ ⁻	mg/l	600
Ca ²⁺	“	100
Mg ²⁺	“	50
PO ₄ ³⁻	“	0.5
NH ₄ ⁺	“	0.5
NO ₂ ²⁻	“	0.2
NO ₃ ⁻	“	50
SO ₄ ²⁻	“	250
Cl ⁻	“	250
MO	“	3
MES	“	2000

Tableau N°2 : Représente les normes physico-chimiques

I.8-Qualités microbiologiques[4] :

L'eau ne doit contenir ni microbe, ni bactérie pathologique, ni virus qui pourraient entraîner une contamination bactériologique et être la cause d'une épidémie.

Les dénombrements des bactéries consistent à rechercher des germes aérobies, c'est-à-dire développant en présence d'oxygène ; cette analyse est surtout significative pour l'étude de la protection des nappes phréatiques. La présence de coliformes fécaux ou de streptocoques fécaux indique une contamination de l'eau par des matières fécales ; la présence d'autres coliformes, des staphylocoques laisse supposer une contamination fécale. Dans les deux cas, des mesures doivent être prises pour interdire la consommation de l'eau ou en assurant le traitement.

I.8.1- Paramètres bactériologiques de l'eau :

Les micro-organismes à dénombrer ou à rechercher dans l'eau sont d'origines diverses :

➤ **Recherche des coliformes totaux :**

La raison du choix de ce groupe de bactéries comme indicateur de contamination de l'eau est due aux facteurs suivants:

- On les trouve dans les excréments des animaux à sang chaud.
- Elles sont facilement détectables et quantifiables par des techniques simples, sur n'importe quel type d'eau.
- Sa concentration dans l'eau contaminée a une relation directe avec le degré de contamination fécale de cette dernière.
- Elle a la durée de survie la plus importante chez les bactéries pathogènes intestinales, car elles sont moins exigeantes sur le plan nutritionnel.
- Elles sont plus résistantes aux désinfectants et aux agents tensioactifs que les bactéries pathogènes[5].

➤ **Recherche des coliformes fécaux (37°C) :**

Sous-groupe de bactéries coliformes dont le principal représentant est la bactérie *Escherichia*, d'origine exclusivement fécale.

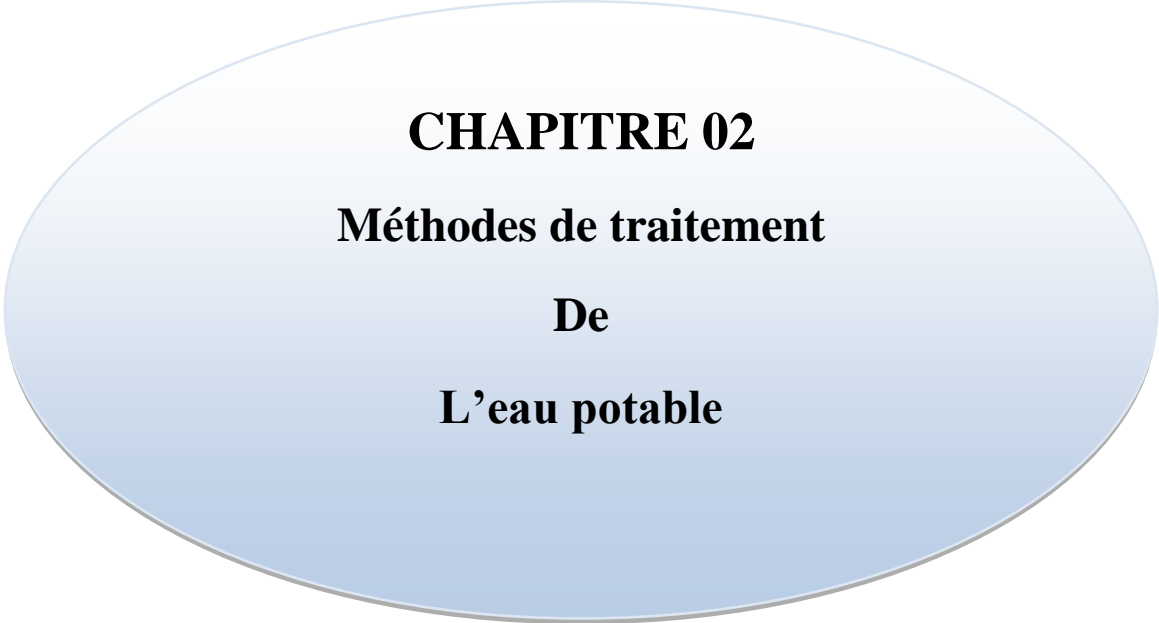
L'origine fécale de *E. coli* est incontestable et sa nature omniprésente peu probable, ce qui valide son rôle précis d'organisme indicateur de contamination tant dans les eaux naturelles que traitées[6].

I.8.2- Normes bactériologiques de l'eau potable :

Les deux groupes de micro-organismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les coliformes fécaux, l'objectif visé et l'absence de coliforme dans 100 ml d'eau, mais si cet objectif n'est pas atteint l'OMS a proposé les limites maximales suivantes :

Paramètres bactériologiques	Unités	Recommandation (OMS)
Germes totaux	Germe/100ml	100
Coliformes fécaux	Germe /100ml	0
Streptocoques fécaux	Germe /100ml	0
Clostridium sulfito-réducteurs	Germe /20ml	0

Tableau N°3 : Normes Et Recommandation Pour La Qualité Bactériologique de L'eau potable [6].



CHAPITRE 02
Méthodes de traitement
De
L'eau potable

II.1-Procédés de traitement des eaux brutes :

Les ressources en eau douce de surface comme les cours d'eau fournissent une eau brute qui contient énormément de polluants qui la rendent non potable ; l'élimination de ces polluants est indispensable. Dans ce but l'eau brute va subir un certain nombre de traitements [7].

II.1.1-Etapes de traitement des eaux brutes [8] :

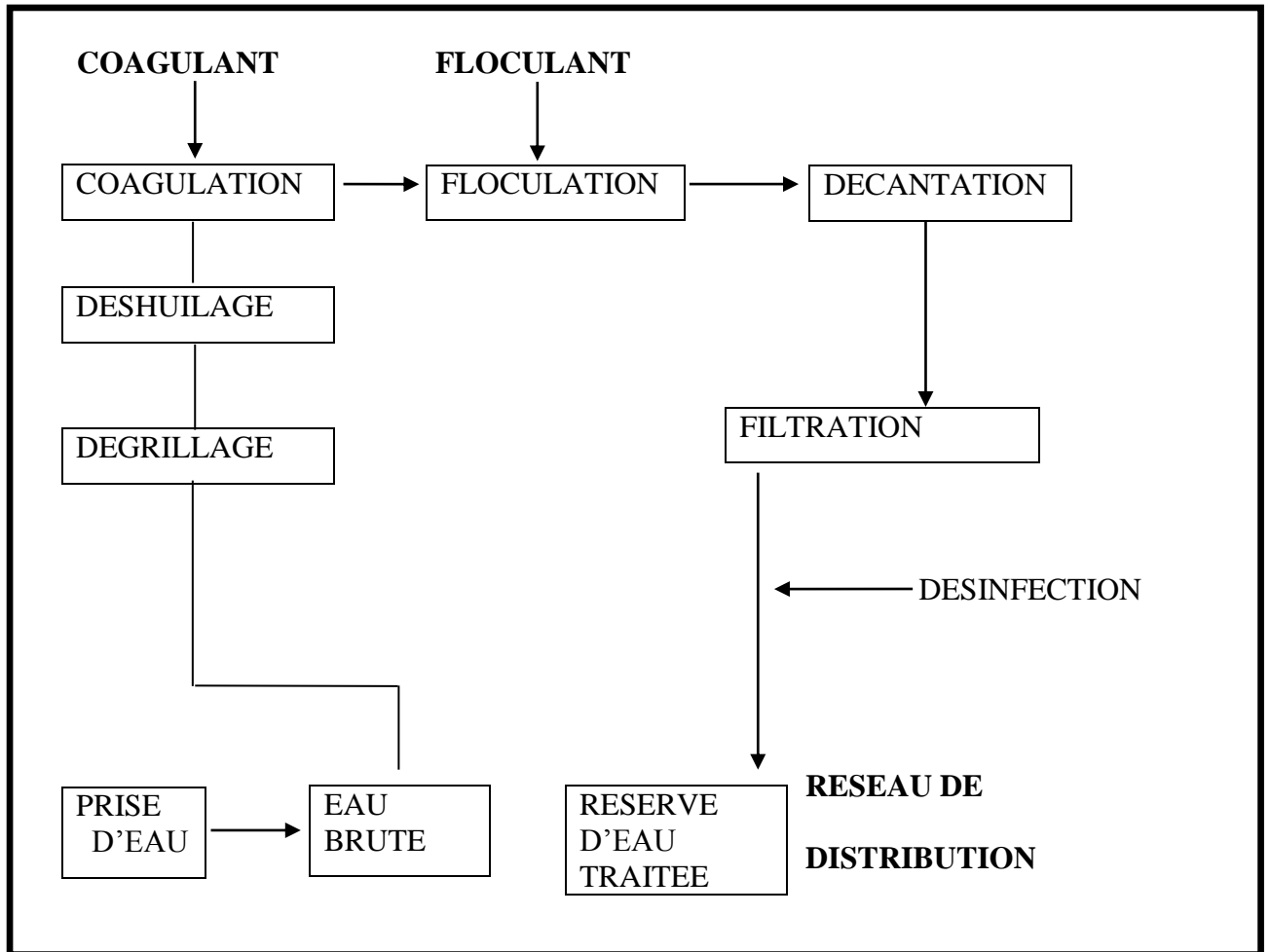


Figure. N°1 : Etapes de traitement des eaux brutes.

A-Coagulation et Flocculation :

La coagulation et la flocculation sont au cœur du traitement de l'eau potable. Il s'agit ici du traitement secondaire que nous effectuons sur une eau brute suivant le dégrillage et le dessablage. Premièrement, nous ajoutons un coagulant, un produit qui aura pour effet de neutraliser la charge des particules colloïdales (responsables entre autres de la couleur et turbidité) de façon à ce qu'elles ne se repoussent plus les unes des autres. Le coagulant est ajouté juste avant ou dans un bassin à mélange rapide pour aider à faire effet plus rapidement ; une fois cette étape accomplie, nous injectons un flocculant ou aide coagulant qui aura pour effet d'agglutiner toutes les particules devenues neutres c'est-à-dire les rassembler ensemble pour qu'elles forment des flocons assez gros pour sédimenter (couler au fond) par eux-mêmes. Cette étape a lieu dans un bassin à mélange plus lent de manière à ne pas briser les flocons une fois formés mais pour tout de même avoir un effet de diffusion [9].



Figure N°2 : Photo représente le bassin de La flocculation

B-Décantation :

Après avoir obtenu ces particules, il faut à présent qu'elles décantent, dans une eau immobile les particules en suspension plus lourdes que l'eau sont soumises à leurs poids apparent, elles chutent lentement pour s'accumuler sur le fond : c'est la décantation [10].



Figure N°3 : bassin de décantation (type lamellaire).

C-Correction du PH :

Pour la correction de PH elle s'effectue avec une solution sursaturée de chaux hydratée ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ dans l'eau). la chaux se classe en tête parmi les produits chimiques utilisés pour le traitement de l'eau potable et de l'eau destinée aux industries.

D- Filtration :

La filtration est un procédé physique destiné à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspension en les passant à travers un milieu poreux.

L'eau passe à travers un filtre qui intercepte les petites particules.

Les mailles du filtre sont petites donc plus petite doit être une particule pour passer. La filtration peut être accomplie comme un traitement tertiaire d'une eau brute, comme traitement secondaire d'une eau usée ou comme unique traitement si on parle d'une filtration transmembranaire.

Les filtres les plus communs dans les stations de traitement d'eau sont les filtres au sable et à l'antracite. Les filtres s'assurent que l'eau qui en sort respecte les normes en vigueur en ce qui concerne la turbidité (la couleur ayant été enlevée par l'étape précédente). Les virus et bactéries peuvent toutefois passer au travers des filtres c'est pourquoi l'étape finale de désinfection est obligatoire [11].



Figure N°4 : le bassin de filtration.

E- La chloration :

Pour la station de Relizane, la chloration se faisait par une solution de chlore gazeux (Cl₂) à l'aide d'un système à gaz chlore à éjecteurs mélangeurs, l'eau était fournie par 2 pompes et dirigée vers 2 chlorures d'un débit réglable de 375 à 7500 g de Cl₂ par heure.

Actuellement la chloration se fait par une solution d'hypochlorite de sodium (NaClO) qui est dosée à l'aide d'un appareil compte-gouttes pour les deux stations.

Germe pathogène	Maladie engendrée
Salmonella Typhie	Typhoïde
Vibrio cholerae	Choléra
Escherichia coli	Gastro-entérite
Shigella dysenteriae	Dysenterie
Legionella	Légionellose
Hépatite virus	Hépatite infectieuse
Polio virus	Paralysie spinale infantile
Entéro virus	Gastro-entérite

Tableau N°4 : différents germes pouvant être éliminés par la chloration.

II.2-Essai de coagulation (Jar-Test) [12] :

L'essai de coagulation est une procédure de routine dans les stations de traitement des eaux, afin de déterminer le dosage des produits chimiques utilisés dans le traitement.

On peut dire que c'est une simulation de ce qui se passe dans l'établissement de traitement.

Afin de réaliser l'essai il est nécessaire de connaître au préalable les caractéristiques suivantes de l'eau brute: la couleur, la turbidité, l'alcalinité, le pH et la température; au-delà des paramètres hydrauliques de la station de traitement tels que la sortie, le temps de détention dans le flocculateur, la vitesse de sédimentation dans le décanteur, etc...

Le produit chimique utilisé est le sulfate d'aluminium, qui est le plus commun.

II.2.1-Etapes du test de coagulation:

- a) effectuer l'analyse de l'échantillon de l'eau brut : couleur, pH, turbidité et alcalinité totale ainsi que la prise de température.
- b) découvrir le pH optimal de floculation.
- c) vérifier le faible dosage du coagulant dans le pH optimal.
- d) observer la vitesse de sédimentation des flocons.
- e) analyser les particules surnageant en vérifiant principalement la couleur et la turbidité.

II.2.2-Matériel nécessaire:

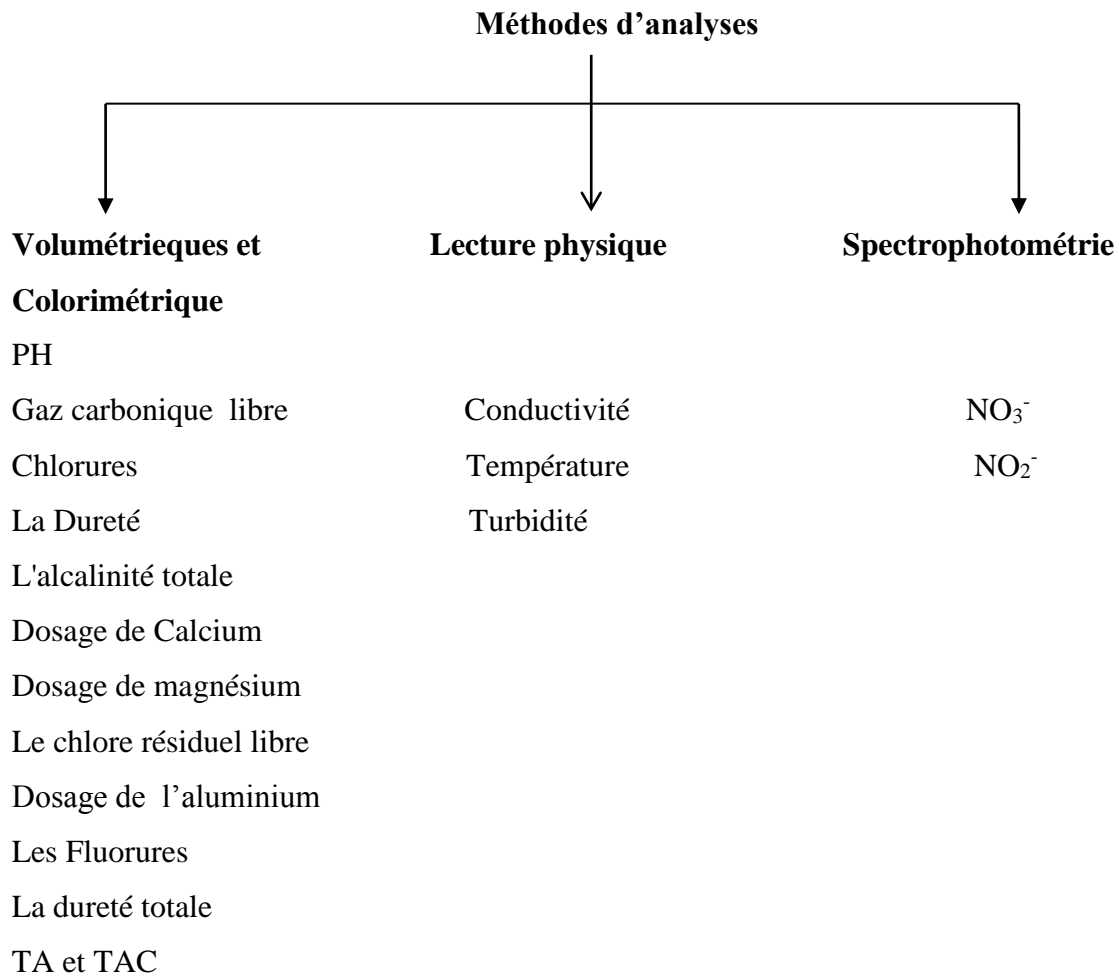
- un béccher de forme basse de 1000 ml.
- de la solution de sulfate d'aluminium à 1%.
- solution de cal à 0,5%;
- des pipettes graduées de 5 et 10 ml.



Figure N°5 : représentation de l'appareil de jar test.

II.3-Traitement physico-chimique :

Les analyses physico-chimiques font appel à des techniques d'analyses très variées fondées sur les propriétés intrinsèques des molécules ou des atomes recherchés (Spectrométrie, chromatographie...), ou encore sur leur aptitude à réagir avec des réactifs particuliers (dosages complexo-métriques ou d'oxydoréductions...).



II.3.1-Les analyses volumétriques et colorimétriques:

A-Gaz carbonique libre [13] :

Le gaz carbonique libre existant dans des eaux superficielles est normalement moins concentré que 10 mg/l, alors que dans les eaux souterraines il peut être plus concentré.

Le gaz carbonique contenu dans l'eau peut contribuer significativement à la corrosion des structures métalliques et des matériaux à base de ciment (tubes de fibrociment) d'un système d'approvisionnement en eau et c'est pour cela que sa teneur doit être connue et contrôlée.

Le titrage s'effectue avec de l'hydroxyde de sodium en suivant un protocole bien précis par la suite on note le volume (ml) de NaOH utilisé (V).

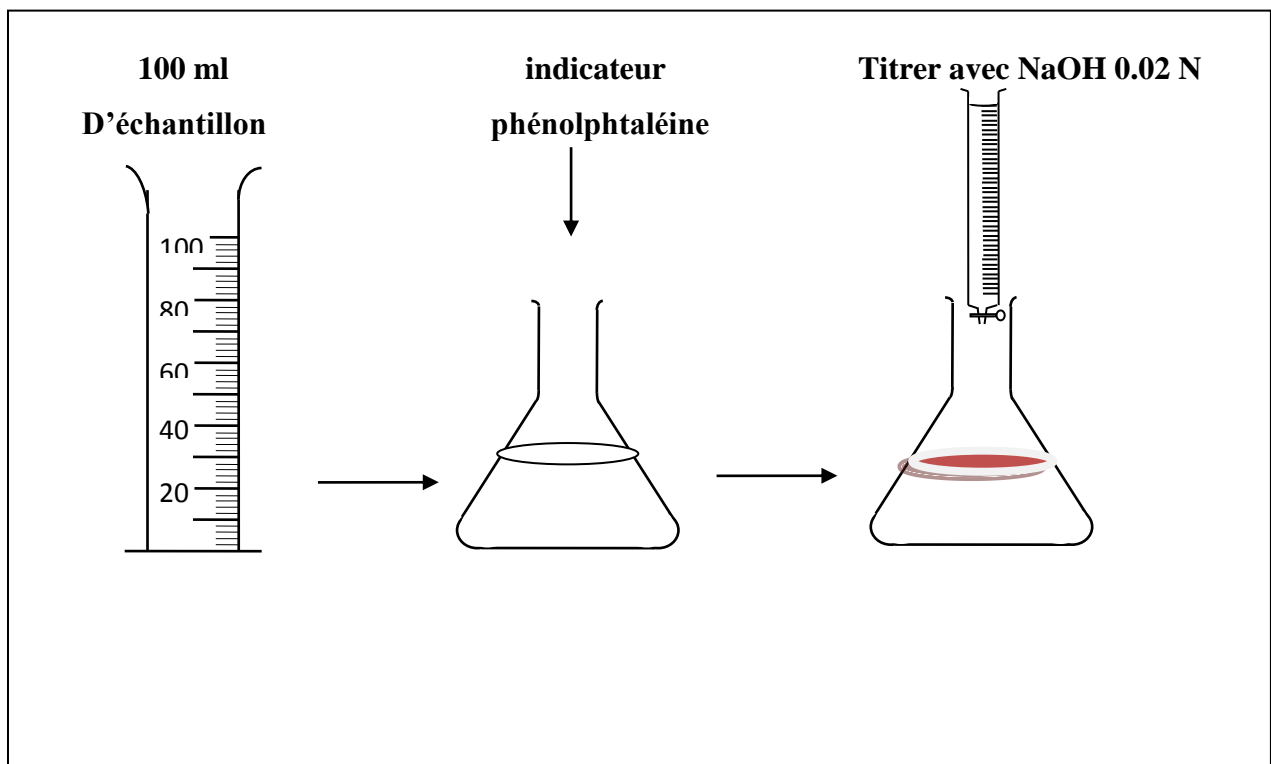
Calcul

$$V \times 10 \times Fc = \text{mg/L de CO}_2 \text{ libre}$$

où:

Fc = facteur de correction.

➤ Fluxogramme de l'analyse de CO₂ :



B– Chlorures [14]:

Le chlore est un élément chimique de la famille des halogènes, de symbole Cl, et de numéro atomique 17. Il est abondant dans la nature, son dérivé le plus important est le « sel de table » ou chlorure de sodium (NaCl). Ce dernier est nécessaire à de nombreuses formes de vie. Le chlore, à l'état de corps simple se présente sous la forme de la molécule de dichlore Cl_2 . L'ion chlorure Cl^- : c'est un atome de chlore chargé d'un électron supplémentaire ; c'est un ion négatif (anion), dit halogénure ; un atome de chlore ayant gagné un électron. Il est aussi produit lors de la dissociation du chlorure d'hydrogène dans l'eau. Des chlorures peuvent être localement impliqués dans les pluies acides et phénomènes d'acidification d'eaux superficielles ou souterraines.

➤ **Réactifs :**

Acide nitrique

➤ **Mode opératoire :**

Prendre 10ml d'échantillon qu'on verse dans un Bécher.

0.5ml d'Acide nitrique pour stabiliser le milieu , Agité par un parue magnétique

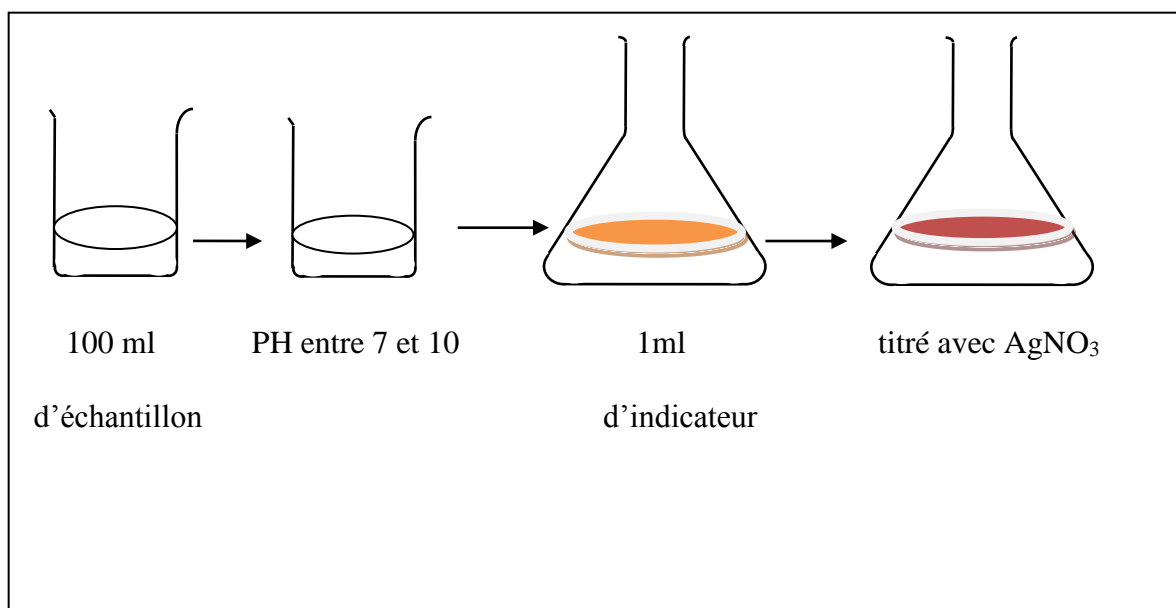
➤ **La lecture :**

Le résultat s'affiche sur l'écran de l'appareil de Metro

➤ **Expression des résultats :**

Volume affiche sur appareil *nombre molaire de chlore

➤ **Fluxogramme de l'analyse de chlorures :**



C - La Dureté :

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques calcium, magnésium, aluminium, fer, etc.. Présents dans l'eau, les deux premiers cations (Ca^{2+} et Mg^{2+}) étant généralement les plus abondants. Comme le calcium est un des ions les plus abondants, il devient donc un bon indicateur de la dureté de l'eau [15]. Une eau à titre hydrotimétrique élevée est dite dure dans le cas contraire il s'agit d'une douce [16].

Pour l'usage domestique, on peut utiliser des eaux tirant jusqu'à 500mg de CaCO_3/L (50°F), mais la dureté agréable se situe entre 80 et 150mg de CaCO_3/L . (8 et 15°F):

➤ **Réactifs:**

-Solution tampon a (pH=10)

-N.E.T : indicateur. (Acide éthylènedinitrilotricétique, sel dissodique dihydraté)
($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

-Solution titre de l'EDTA a N/50.

➤ **Mode opératoire:**

-Préserver 10ml d'eau à analyser.

-Ajouter 10 ml de solution tampon, et quelque mg de l'indicateur NET.

-Remplir la burette avec la solution de l'EDTA N/50,

Et titrer jusqu'au virage bleu (soit V le volume en ml de l'EDTA versé).

D- L'alcalinité totale [16] :

L'alcalinité totale de l'eau est donnée par la somme des différentes formes d'alcalinité existantes, soit, par la concentration des hydroxydes, des carbonates et des bicarbonates, exprimée en termes de carbonate de calcium.

On peut dire que l'alcalinité mesure la capacité de l'eau à neutraliser les acides.

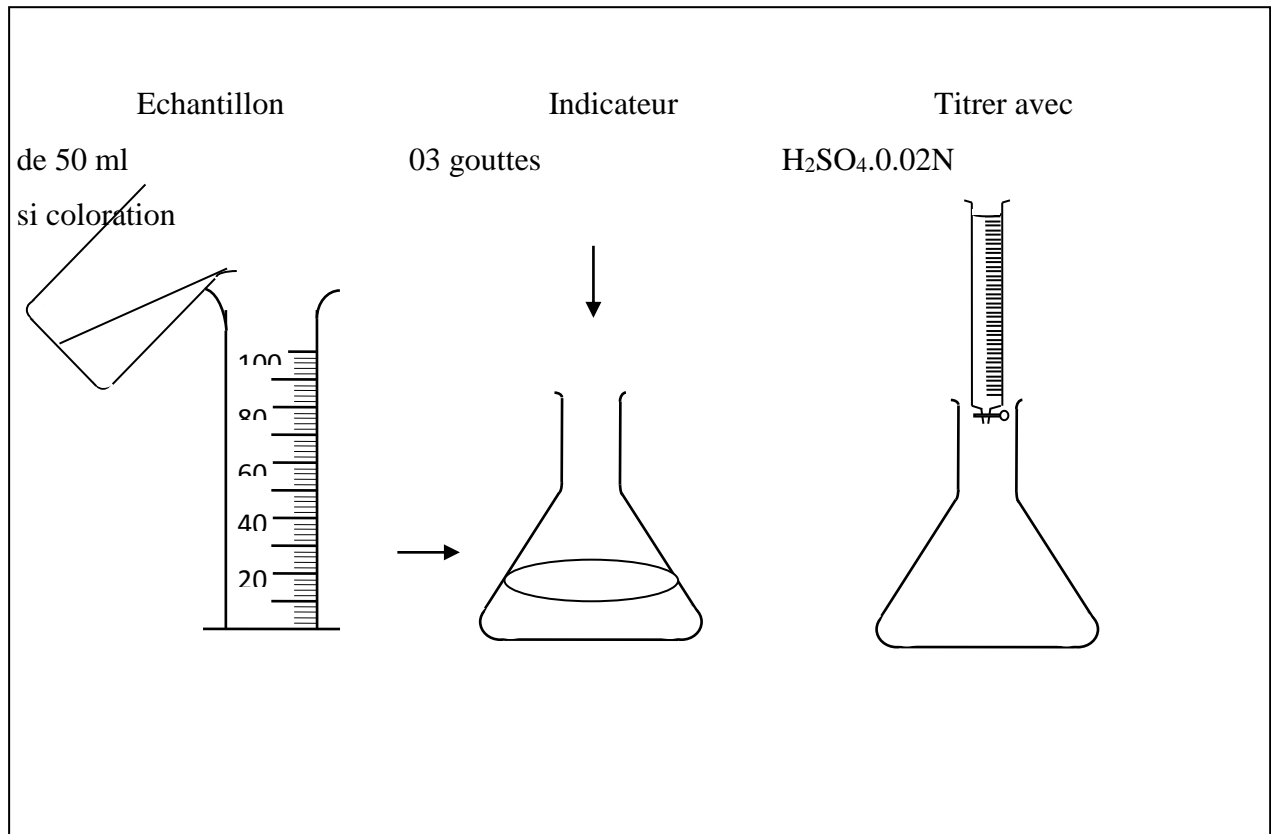
La mesure de l'alcalinité est d'une importance fondamentale dans le processus de traitement de l'eau, car c'est en fonction de sa teneur que s'établit le dosage des produits chimiques utilisés.

Normalement les eaux superficielles possèdent une alcalinité naturelle en concentration suffisante pour réagir au sulfate d'aluminium dans les processus de traitement. Lorsque l'alcalinité est trop faible ou inexistante, il est nécessaire de provoquer une alcalinité artificielle en appliquant des substances alcalines, comme la chaux hydratée ou la soude (carbonate de sodium) afin d'atteindre cet objectif. Lorsque l'alcalinité est trop élevée, on procède à l'inverse à l'acidification de l'eau jusqu'à obtention d'une teneur en alcalinité suffisante pour réagir au sulfate d'aluminium ou à d'autres produits utilisés dans le traitement des eaux.

Le titrage s'effectue avec l'acide sulfurique, son mode de calcul est le suivant :

$$\text{Alcalinité totale en mg/L de CaCO}_3 = V \times 20$$

➤ **Fluxogramme de l'analyse :**



E-dosage de calcium :

Le calcium est un élément chimique, de symbole Ca et de numéro atomique 20. C'est un métal alcalino-terreux gris et mou qui ne se trouve jamais à l'état de corps pur dans la nature. Il est le cinquième élément le plus abondant de la croûte terrestre (plus de 3 %) et est essentiel pour la matière organique

➤ **Réactifs :**

- solution NaOH 2N.
- indicateur de couleur Murexide.
- Solution l'EDTA N/50.

➤ **Mode opératoire :**

- Prendre 50ml d'échantillon et le mettre dans un becher.
- Ajouter 2ml de NaOH et quelques graines de Murexide(couleur rose).
- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage violet.

Si une dilution de l'échantillon a été effectuée en tenant compte le facteur de dilution F dans le calcul.

$$[Ca^{2+}] = V \text{ Titré} * 8.016 \text{ mg/l}$$

F-dosage de magnésium :

Le magnésium (Mg) est le huitième élément naturel le plus abondant dans le corps. Il est indispensable au métabolisme du corps humain, à la perméabilité cellulaire. Il est aussi crucial pour plus de trois cents réactions enzymatiques. Une concentration insuffisante en magnésium dans le corps peut gravement perturber les fonctions cardiovasculaires, neuromusculaires et rénales. L'apport quotidien recommandé en magnésium dépend de l'âge. Ainsi, il est compris entre 80 mg (pour un enfant de 1 an) et 400 mg (pour une personne de plus de 75 ans). Le magnésium n'est pas réglementé tout comme le calcium, car il ne présente aucun danger pour l'Homme, mais il est recommandé de ne pas dépasser 50 mg/L.

A partir des analyses du TH et de calcium, on peut calculer le magnésium :

$$Mg^{2+} = \{ [TH (0F) * 10] - (Ca^{2+} * 2,5) * 0,243 \} \text{ (mg/l)}$$

G - Le chlore résiduel libre [17] :

Le chlore est un produit chimique utilisé pour la désinfection de l'eau. Il est important de le mesurer, car cela sert à contrôler le dosage qui est appliqué ainsi que son évolution durant le traitement.

Le décret n° 2.914/2011 du Ministère de la Santé rend obligatoire le maintien d'un minimum de 0,2 mg/l de chlore résiduel libre ou de 2 mg/l de chlore résiduel combiné tout au long de l'extension du système de distribution (réservoir et réseau).

Les principaux produits utilisés sont: l'hypochlorite de calcium, le chlorure de chaux, l'hypochlorite de sodium et le chlore gazeux.

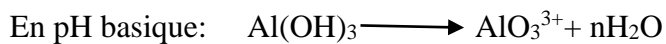
Il existe sur le marché différents types de comparateurs colorimétriques pour mesurer le chlore résiduel, le résultat est exprimé en mg/l de Chlore Résiduel Libre.

H -Dosage de l'aluminium [18] :

Le test de l'aluminium est indiqué pour les stations de traitement où le sulfate d'aluminium est utilisé comme coagulant.

Un dosage incorrect de ce coagulant se note à la quantité significative d'aluminium qui persiste dans l'eau traitée.

L'hydroxyde d'aluminium Al(OH)_3 formé dans la réaction est amphotère ; sa ionisation s'effectue par le pH acide ou basique, selon les équations:



Dans les deux formes il peut se solubiliser et traverser les décanteurs et les filtres. La solubilisation arrive avec la correction du pH ; lorsque le pH optimal de floculation n'est pas correct, la teneur en aluminium de l'eau traitée augmente.

Le décret n° 2.914/2011 du Ministère de la Santé établit que la norme organoleptique pour la consommation humaine est de 0,2 mg/l.

I- Les Fluorures [19] :

L'adjonction de fluor dans l'eau pour la consommation humaine a pour finalité de prévenir les caries dentaires. Aujourd'hui, cette procédure est considérée comme un processus normal de traitement de l'eau et la teneur optimale de fluor est une partie essentielle de sa qualité. Pour cette raison et pour d'autres, son contrôle s'effectue obligatoirement dans la station de traitement de l'eau (ADE).

Il existe plusieurs méthodes pour déterminer le fluor dans l'eau ; la plus connue est la méthode de l'électrode spécifique par ions fluorures.

J- La dureté totale :

Dureté totale est calculée comme la somme des concentrations des ions calcium et magnésium dans l'eau, exprimés en carbonate de calcium.

La dureté d'une eau peut être temporaire ou permanente.

La dureté temporaire, appelée aussi la dureté carbonate est causée par la présence de calcium et de bicarbonates de magnésium. Ce type de dureté résiste à l'action des savons et provoque des incrustations. Elle est appelée temporaire car les bicarbonates, par l'action de la chaleur, se décomposent en gaz carbonique, eau et carbonates insolubles qui se précipitent. La dureté permanente, également appelée de dureté de non- carbonates est due à la présence de sulfates, chlorures et nitrates de calcium et de magnésium, elle résiste également à l'action des savons, mais ne produit pas de d'incrustations car ses sels sont très solubles dans l'eau. Ne se décompose pas sous l'action de la chaleur.

Le décret MS n° 2.914/2011 établit la teneur en dureté totale de 500 mg/L de CaCO₃ comme valeur maximale autorisée pour l'eau potable.

➤ **Méthode de détermination :**

Titration avec EDTA

➤ **Technique :**

- a) prendre 25 ml d'échantillon et le diluer avec 50 ml d'eau distillée dans un ballon volumétrique;
- b) placer dans un bécher de 100 ml et ajouter 1 à 2 ml de la solution tampon pour augmenter le pH à 10 ± 0,1;
- c) placer dans un flacon Erlenmeyer de 250 ml et ajouter environ 0,05 grammes de l'Indicateur noir urochrome T;
- d) titrer avec l'EDTA 0,01M en remuant continuellement jusqu'à disparition de la couleur pourpre jaunâtre et l'apparition de la couleur bleue (fin du titrage);
- e) noter le volume d'EDTA utilisé (ml);
- f) faire un essai blanc avec de l'eau distillée;
- g) soustraire le volume d'EDTA utilisé dans le titrage du blanc du volume d'EDTA utilisé dans le titrage de l'échantillon. La différence est le volume qui sera appliqué au calcul.

Calcul :

$\text{Dureté Totale en mg/L CaCO}_3 = \frac{\text{ml de EDTA} \times 1000 \times Fc}{\text{ml d'échantillon}}$

K-TA et TAC :

➤ **Le titre alcalimétrique (TA) :**

D'une eau permet de connaître sa concentration en carbonates (CO₃²⁻) et en bases fortes, autrement dit son alcalinité.

TA ≠ 0 si le PH > 8,3 et si l'eau contient du chlorure.

Pour prendre également en compte les ions bicarbonates (HCO₃⁻), on utilise le TAC.

➤ **le titre alcalimétrique complet (TAC) :**

L'alcalinité d'une eau est fortement liée à sa dureté et donc à son caractère corrosif et à sa capacité d'entartrage des canalisations. Ces titres se mesurent en degrés français (°f).

➤ **Réactifs :**

- Solution phénolphtaléine (p.p.).

Solution méthyle orange.

Solution d'acide chlorhydrique (HCL 0,05N).

➤ **Mode opératoire :**

a. Pour le T.A. : Prendre 100ml d'échantillon qu'on verse dans un Erlenmeyer.
Ajouter quelques gouttes de p.p. (pas de coloration)

b. Pour le T.A.C. :

Ajouter quelques gouttes de méthyle orange sur le même échantillon (orange).

Titre l'échantillon avec la solution HCL jusqu'au virage rose orangé (noter V_{HCL}).

➤ **Expression des résultats :**

$TA = 0^{\circ}f$ (car il n'y a pas eu de coloration, $PH < 8,3$)

II.3.2-les analyses physiques :

a-Le pH de l'eau [20] :

Le terme pH est la concentration d'ions hydrogène dans une solution. Dans l'eau, ce facteur est d'une importance exceptionnelle, en particulier dans les procédés de traitement. Dans les laboratoires de routine des usines de traitement, il est mesuré et ajusté si nécessaire pour améliorer la coagulation/floculation ainsi que pour contrôler la désinfection de l'eau, la valeur du pH allant de 0 à 14. En dessous de 7 l'eau est considérée comme acide et au-dessus de 7 comme alcaline.

L'eau au pH de 7 est neutre.

Le décret n° 2.914/2011 du Ministère de la Santé recommande que le pH de l'Eau soit maintenu dans la gamme de 6,0 à 9,5 dans le système de distribution.

Il existe plusieurs dispositifs sur le marché de la détermination du pH. Ils sont appelés potentiomètres ou colorimètres.

Dans ce manuel est décrit le fonctionnement de base d'un potentiomètre, bien que les instructions du fabricant peuvent varier et qu'elles doivent donc être respectées.

➤ **Mode opératoire:**

- On utilise le pH-mètre.
- Etalonner l'appareil a 20C°.
- Plonger l'électrode dans l'eau à analyser.
- Laissons stabiliser l'électrode pendant quelque secondes.

➤ **La lecture:**

- Notons la valeur du pH affiché sur l' écran de l'appareil,
- Les résultats sont exprimés en unité de PH a la température de (20-25) C°.

b-Température [21] :

➤ **Mode opératoire:**

- L'appareille mesurant le pH-mètre, il donne également la température de l'échantillon en degré Celsius (°C)
- On introduit une électrode dans l'eau étudiée que
- Elle se fait directement sur l'écran de l'appareil.

c-Turbidité :

➤ **Le turbidimètre :**

C'est un appareil qui permet de mesurer la turbidité d'un liquide. C'est l'indice apparent qui montre que l'eau contient des matières en suspension (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...) norme: l'eau potable ne doit pas dépasser 3 NTU (Nephelometric Turbidity Units) On utilise un turbidimètre plus précis que les yeux pour déterminer le trouble de l'eau.



Figure N°6 :photo représente l'Appareil de turbidité.

➤ **Mode opératoire:**

- La turbidité se mesure par le turbidimètre.
- On met l'échantillon dans un puits, et on le rentre ensuite dans une chambre cubique de l'appareil, après refermer la chambre très vite.

➤ **La lecture:**

- La lecture se fait sur l'appareil.
- La turbidité est exprimée en NTU.

II.3.3-Spectrophotométrie :

a-Nitrite (NO_2^-) :

Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux. L'acide nitreux est un acide instable de formule HNO_2 . La formule de l'ion nitrite est NO_2^- .

La présence de nitrite dans l'eau, constitue un indice de pollution.

b-Nitrate (NO_3^-) :

Les nitrates (autrefois nommés nitre, souvent synonyme de salpêtre) sont les sels de l'acide nitrique. La formule chimique de l'ion nitrate est NO_3^- .

La présence de nitrates dans l'eau est un indice de pollution d'origine agricole (engrais), urbaine (dysfonctionnement des réseaux d'assainissement) ou industrielle.

➤ **Lecture :**

- Faire « la lecture spectro »,
- Lire dans deux longueurs d'ondes 220 et 280,

II.4-Examen bactériologique de l'eau :

La détection et la quantification de tous les micro-organismes présents dans l'eau et potentiellement pathogènes prend du temps, les coûts sont élevés et les résultats obtenus ne sont pas toujours positifs ou ne permettent pas de confirmer la présence de micro-organismes. L'objectif de l'examen microbiologique de l'eau est de fournir des informations quant à la potabilité, c'est à dire sans risque d'ingestion de micro-organismes qui causent des maladies, provenant généralement d'une contamination par des matières fécales humaines ou d'autres animaux à sang chaud. Soulignons que les micro-organismes présents dans les eaux naturelles sont pour la plupart inoffensifs pour la santé humaine. Mais dans la contamination par les eaux usées certains micro-organismes qui sont présents peuvent être nocifs pour la santé humaine. Ces micro-organismes pathogènes incluent notamment les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes.

II.4.2-Les bactéries coliformes :

✓ **les Coliformes totaux (bactéries coliformes) :**

Certaines maladies infectieuses sont transmises à l'homme par absorption d'eau ou d'aliments pollués par une eau contenant des micro-organismes pathogènes. Les plus redoutables d'entre eux sont les salmonelles, responsables de la fièvre typhoïde.

✓ **Escherichia coli :**

Elle est considérée comme l'indicateur le plus précis de la contamination fécale récente et de présence éventuelle de micro-organismes pathogènes. L'origine fécale de E. coli est incontestable et sa nature omniprésente peu probable, ce qui valide son rôle précis d'organisme indicateur de contamination tant dans les eaux naturelles que traitées. Le comptage standard des bactéries est très important pendant le processus de traitement de l'eau, car il permet d'évaluer l'efficacité des différentes étapes de traitement. Il est également important de connaître la densité des bactéries car une augmentation considérable de la population bactérienne peut nuire à la détection des organismes coliformes. Bien que la plupart de ces bactéries ne soit pas pathogènes, elles peuvent présenter des risques pour la santé, ainsi pour que la qualité de l'eau, provoquant des odeurs et saveurs désagréables.

II.4.3-Procédures d'examens bactériologiques:

✓ **Recherche des germes totaux :**

Selon les normes internationales, les micro-organismes reviviscibles se définie comme étant la totalité des bactéries, levures et moisissures capables de former des colonies dans ou sur le milieu de culture spécifié dans les conditions d'essai décrites [22].

➤ **Mode opératoire :**

A partir de l'eau à analyser, porter 2 fois 1 ml dans deux boites de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées.

Compléter ensuite chacune des boites avec environ 15ml de gélose TGEA et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier.

➤ **Incubation et lecture :**

Retourner les boites et incuber, une à 37 °C pendant 24 h à 48 h, l'autre à 22 °C pendant 72 h, la lecture se fait après chaque 24h.

On calcule le nombre de colonies formées présentes dans un millilitre d'échantillon.

➤ **Expression des résultats:**

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

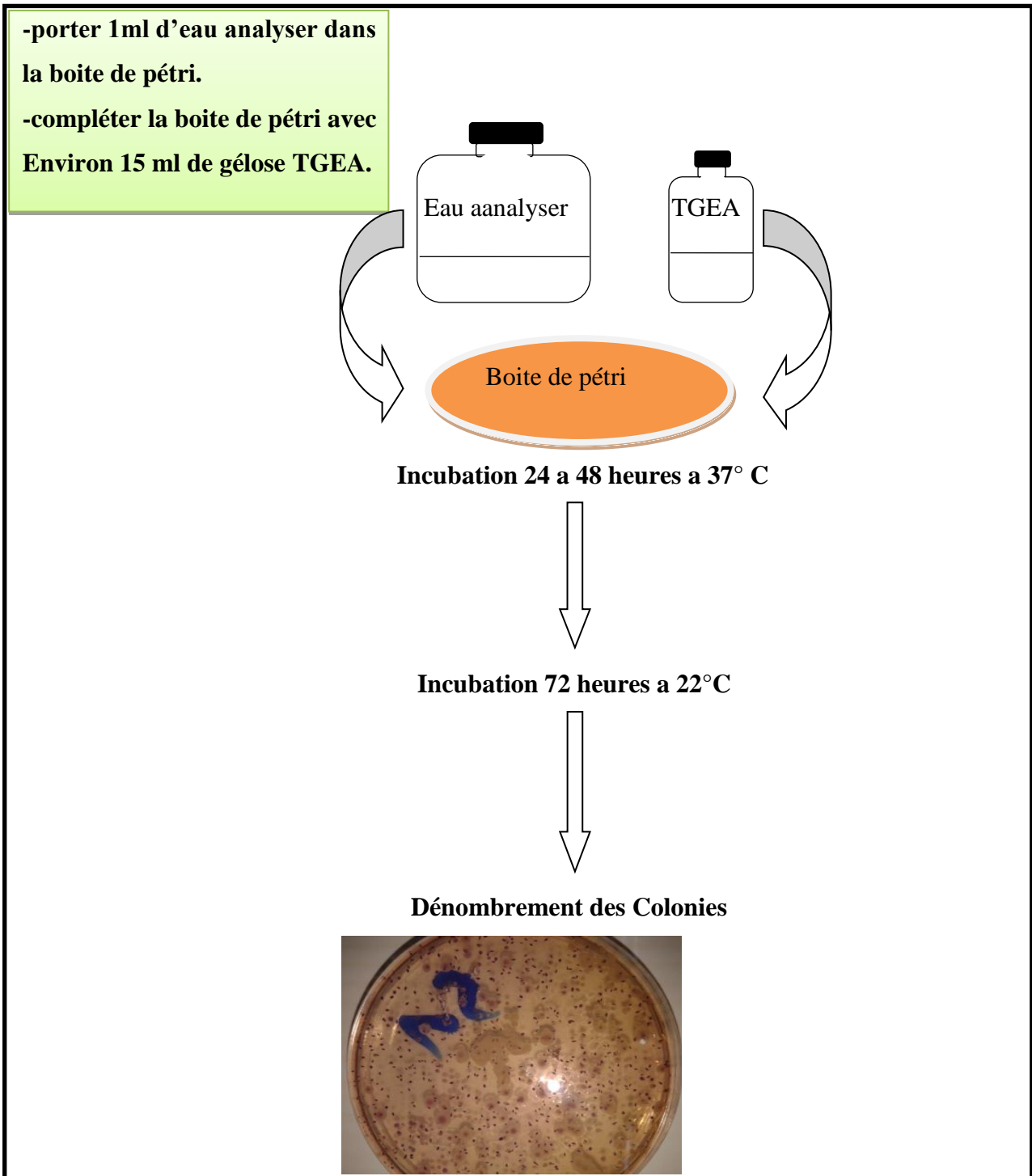


Fig. N°7 : recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau potable.

✓ **Recherche et dénombrement des coliformes en milieux liquides**

(Méthode de NPP) [23] :

➤ **Test de présomption :**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.

- 1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

- 0,1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu, l'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

➤ **Lecture :**

Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP

➤ **Test de confirmation :**

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

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

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu.

L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 heures.

➤ **Lecture :**

Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :

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

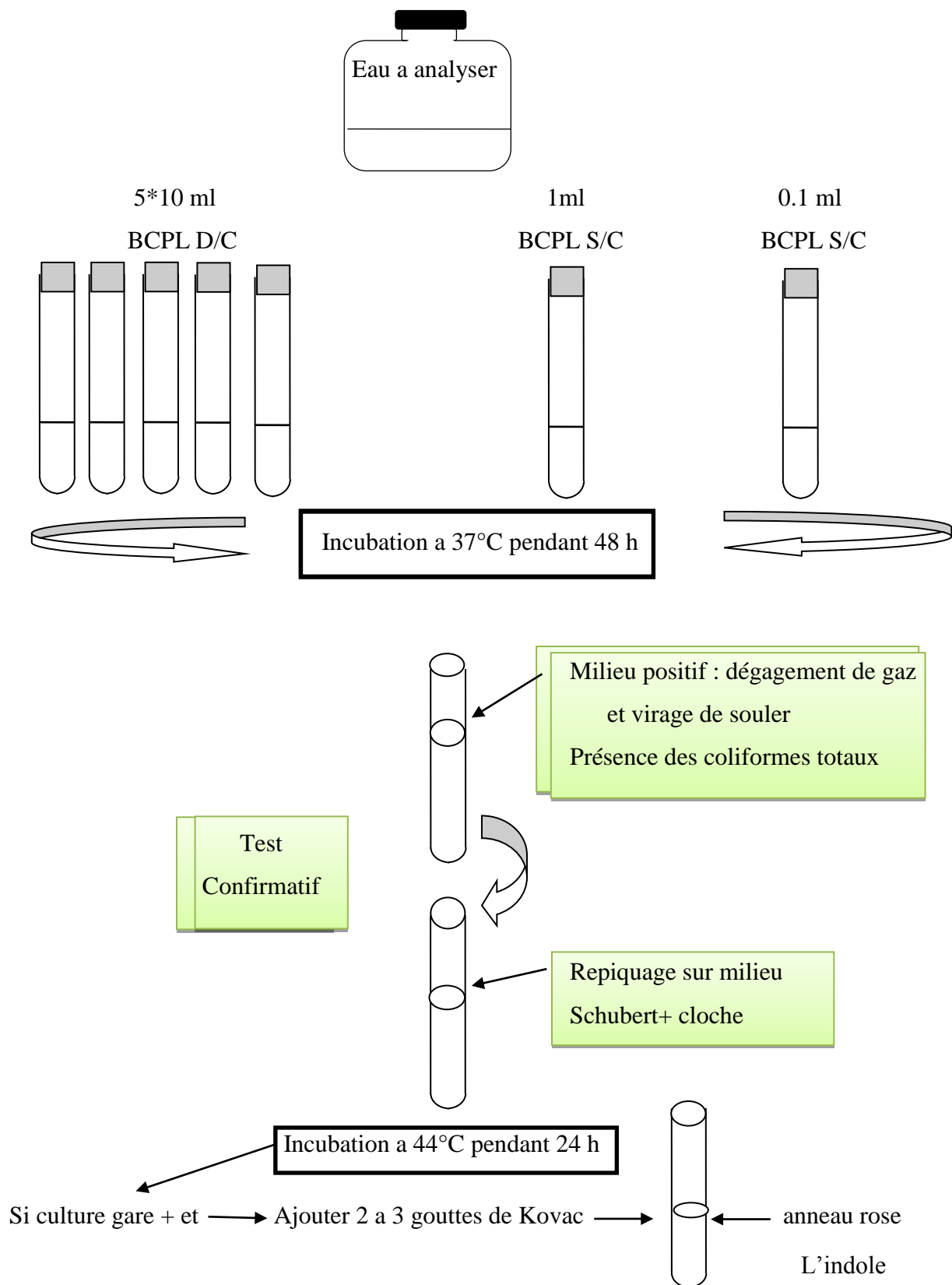


Fig.N°8 : recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau potable.

✓ **Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide:**

➤ **Test de présomption :**

A partir de l'eau analysée, porter aseptiquement :

- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C .
- 1 ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C (voir l'annexe N°3).
- 0.1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C (figure N°9) :
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

➤ **Lecture :**

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

➤ **Test de confirmation :**

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoque fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de ROTHE positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur donc faire l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu LITSKY EVA .

Bien mélanger le milieu et l'inoculum et l'incubation se fait à 37°C pendant 24heures.

➤ **Lecture :**

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien.
- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP, le nombre de streptocoque fécaux sont par 100 ml de l'eau analysé.

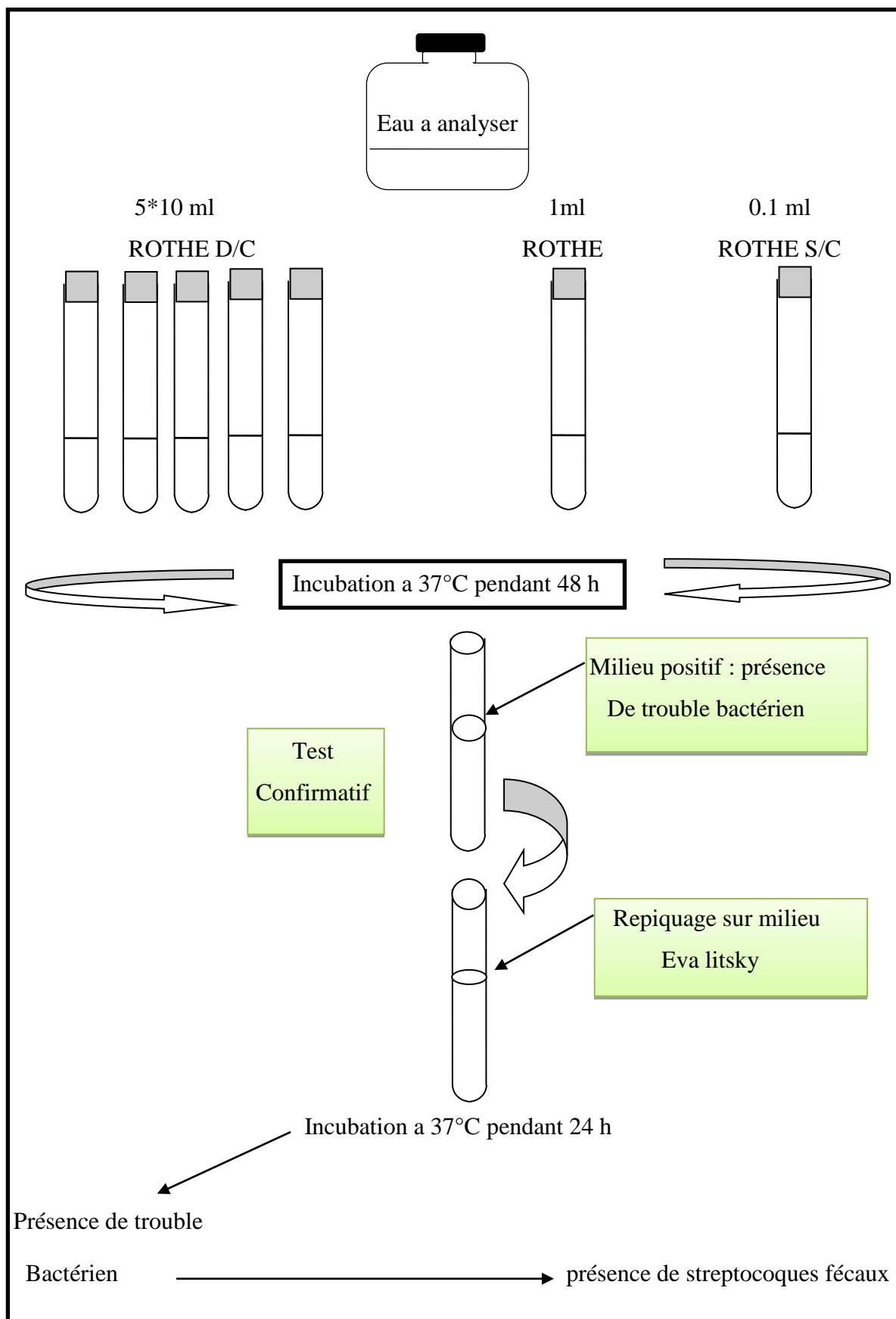


Fig.N°9 : recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau potable.

✓ **Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteurs :**

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

Compléter ensuite chacune des tubes avec environ 15 ml de gélose viande foie (VF+ alun de fer et sulfite de sodium) et mélanger avec précaution.

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

➤ **Lecture :**

Après la période d'incubation sera considéré comme positif, les tubes contenant de grosses colonies noires, qui correspondent au Clostridium sulfito-réducteur. Le résultat est exprimé par le nombre des Clostridium sulfito-réducteurs par 20 ml de l'échantillon à analyser.

➤ **Remarque :**

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

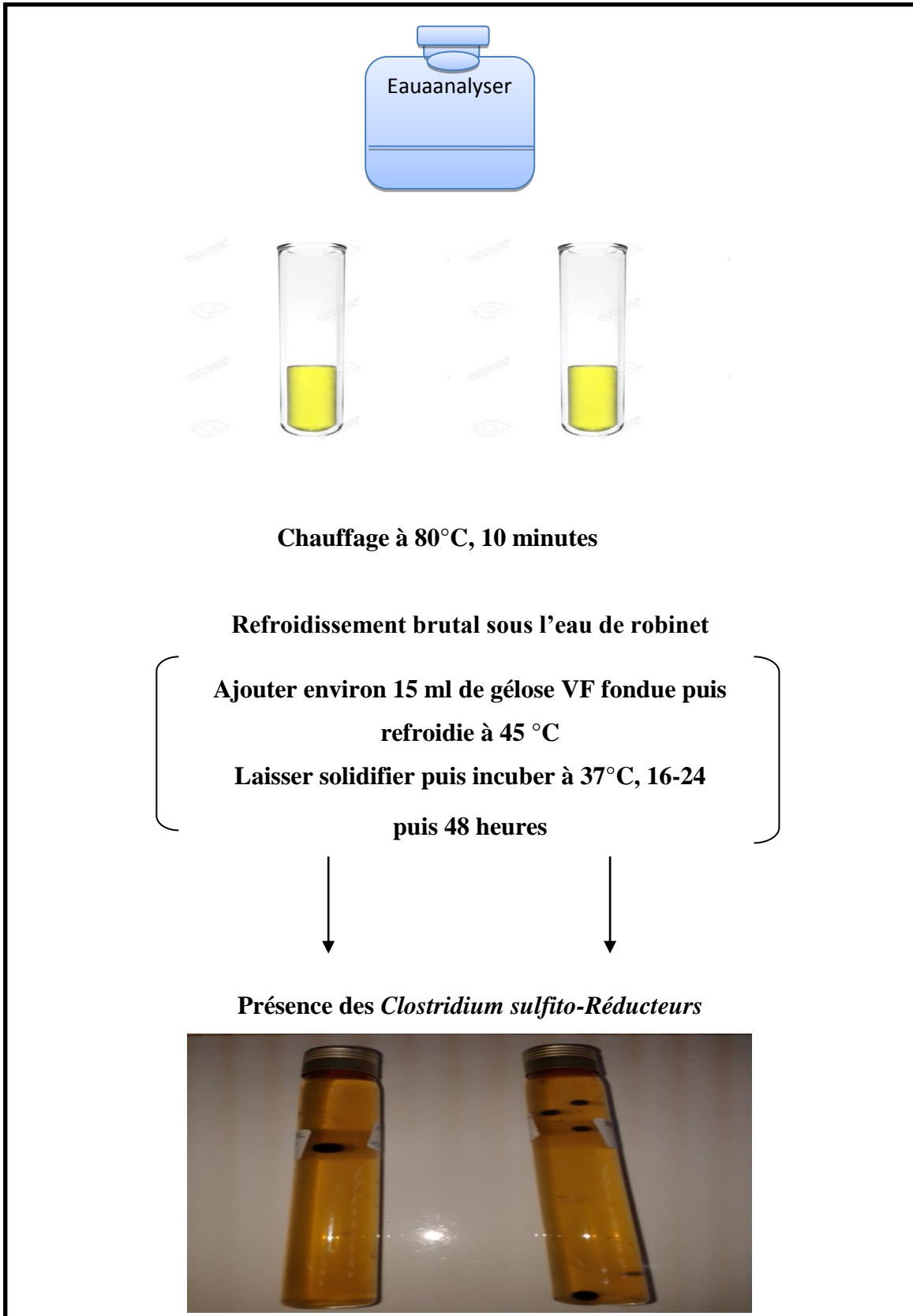


Fig.N°10 : Recherche et dénombrement des *Clostridium Sulfito-Réducteurs* dans l'eau potable

CHAPITRE 3

Résultats

Et

Discussions

III.1-Introduction:

Pour affirmer qu'une eau est potable, il faut qu'on réalise bon nombre d'analyses tant sur le plan physico-chimique que bactériologique.

Notre travail consiste à déterminer la potabilité de l'eau de la wilaya de Relizane.

Nous avons suivi la qualité de l'eau brute et potable ; les analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'unité de l'ADE (Algérienne des eaux), et cela durant un mois.

La première partie va comporter les différentes analyses ainsi que les résultats des différents paramètres qui attestent de la potabilité de l'eau ; la seconde partie sera consacrée à une étude comparative entre l'eau du robinet et l'eau minérale de différentes marques du commerce, ce qui nous emmènera à prouver que l'eau du robinet et une eau de grande qualité avec un coût moindre pour le consommateur.

➤ Première partie

3.2-Échantillonnage :

Les principaux aspects dont il faut tenir compte pour obtenir un échantillon d'eau sont les suivants :

- la sélection convenable du point d'échantillonnage.
- le strict respect des procédures d'échantillonnage.
- la conservation adéquate de l'échantillon.

III.3-Transport des échantillons :

Les analyses bactériologiques doivent être commencées moins de 6 heures après le Prélèvement. Si le transport dépasse 6 heures ou si la température extérieure est Supérieure à 10°C ; le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C.

Enfin, les prélèvements sont placés au froid dès leurs arrivés au laboratoire avant de commencer les analyses.

III.4-Contrôles des analyses physico-chimiques :

Le contrôle des paramètres physiques et chimiques pour l'eau brute et traitée est effectué deux fois par jour.

Les analyses physiques sont mesurées par des appareils faciles à manipuler. Ils sont représentés dans le tableau N°5.

Paramètres	Unités de mesure	Appareillage utilisé
Chlore résiduel	mg/l	Comparateur de marque HACH
PH	/	PH-mètre de marque HACH tension 3
Température	°C	Conductimètre de marque HACH tension 7
Conductivité	µS/cm	Conductimètre de marque HACH tension 7
TDS(taux de salinité)	mg/l	Conductimètre de marque HACH tension 7
Turbidité	UTU	Turbidimètre de marque HACH

Tableau N°5 : Paramètres mesurés et appareillages.

➤ **Résultats physique :**

Par Echantillon		T°C	PH	Cond (µs/cm)	Turbidité (NTU)	TDS (mg/l)
20/12/15	E.Br	14.7	7.87	1166	23.4	689
	E.T.B	14.6	7.85	1164	4.8	688
21/12/15	E.Br	14.8	7.88	1165	26.2	684
	E.T.B	15.1	7.47	1186	4.1	689
22/12/15	E.Br	14.9	7.47	1167	27.4	685
	E.T.B	15.6	7.72	1187	4.2	689
23/12/15	E.Br	16.2	7.93	1373	23	794
	E.T.B	19.1	7.42	1463	5	802
24/12/15	E.Br	16.1	7.95	1369	17.4	791
	E.T.B	17.3	7.72	1405	6.9	791
25/12/15	E.Br	16.3	7.93	1370	21.7	791
	E.T.B	16.9	7.6	1399	7	795

Tableau N°6: les résultats des analyses physiques effectuées à la station chaque jour.

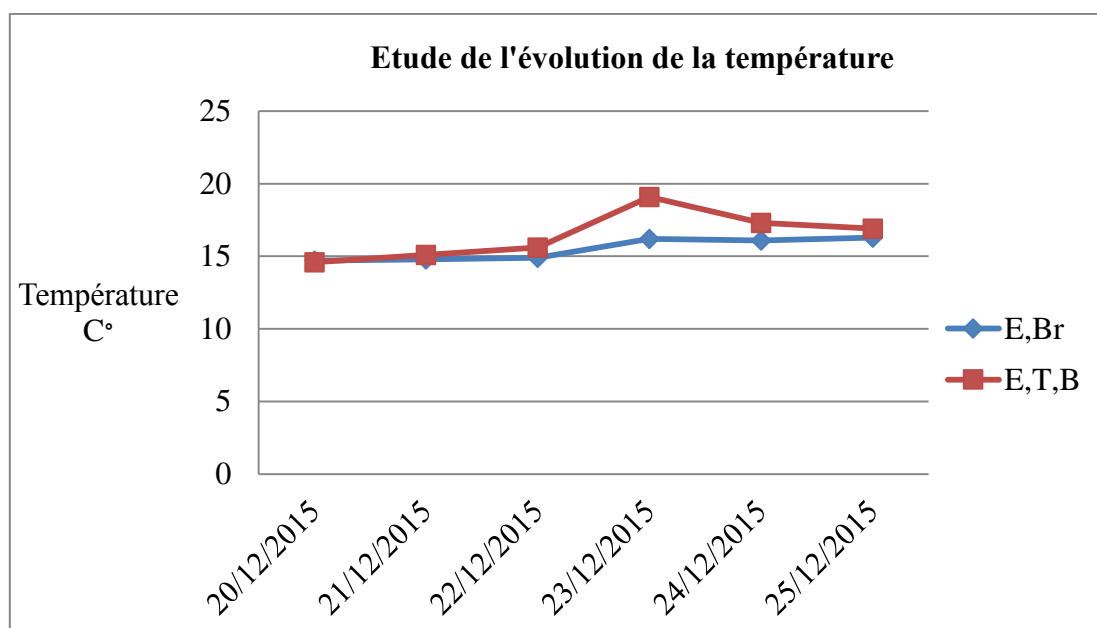


Fig. N°11: Evolution de la température de l'eau brute et l'eau traité en fonction du temps.

- Nous constatons sur ce graphique qu'il y a une légère variation de température de l'eau brute comparée à l'eau traitée mais cette variation est insignifiante ; on peut conclure que le traitement n'a aucun effet sur la température.

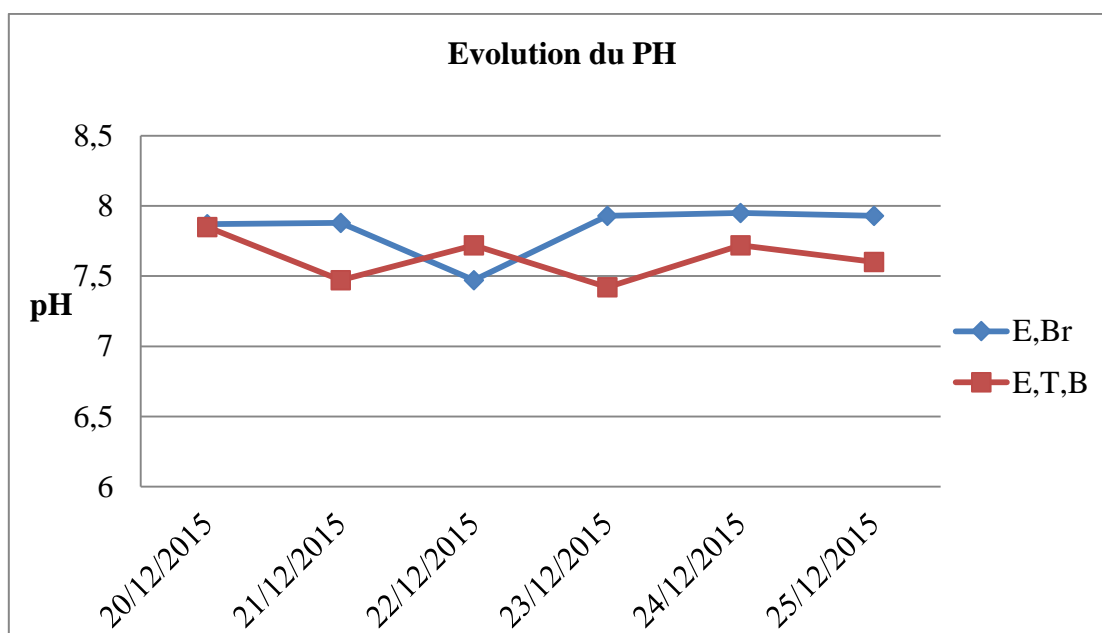


Fig. N°12: Evolution du PH de l'eau brute et l'eau traité en fonction du temps.

- En observant ces valeurs on peut dire que le pH diminue toujours après le traitement pour la station (B), avec une valeur minimale de 7.42 et une valeur maximale de 7.93, ces valeurs restent dans l'intervalle de la potabilité. Donc on peut conclure que le traitement favorise l'abaissement du pH et que l'addition de la chaux hydratée ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) est le facteur essentiel pour obtenir ce résultat.

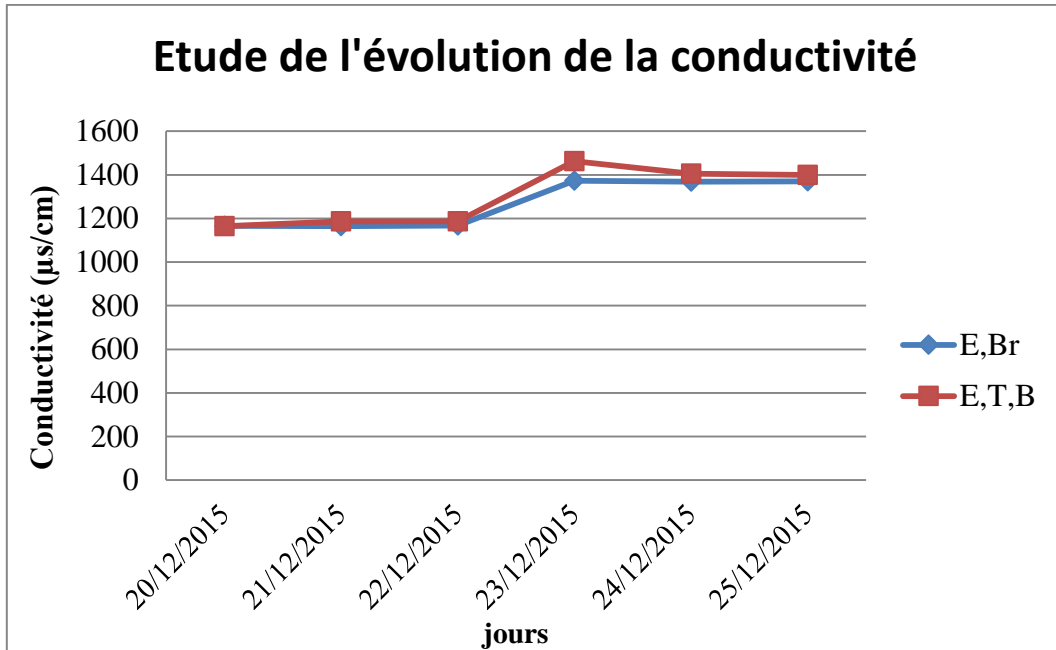


Fig. N°13: Evolution de la conductivité de l'eau brute et l'eau traitée en fonction du temps des deux échantillons.

- Ce graph nous montre des valeurs de conductivité légèrement supérieures pour l'eau brute comparé à l'eau traitée, elles se situent entre 1200- 1400µS/cm ce qui nous indique qu'elles sont dans les normes de potabilité qui est de l'ordre de 2000µS/cm.

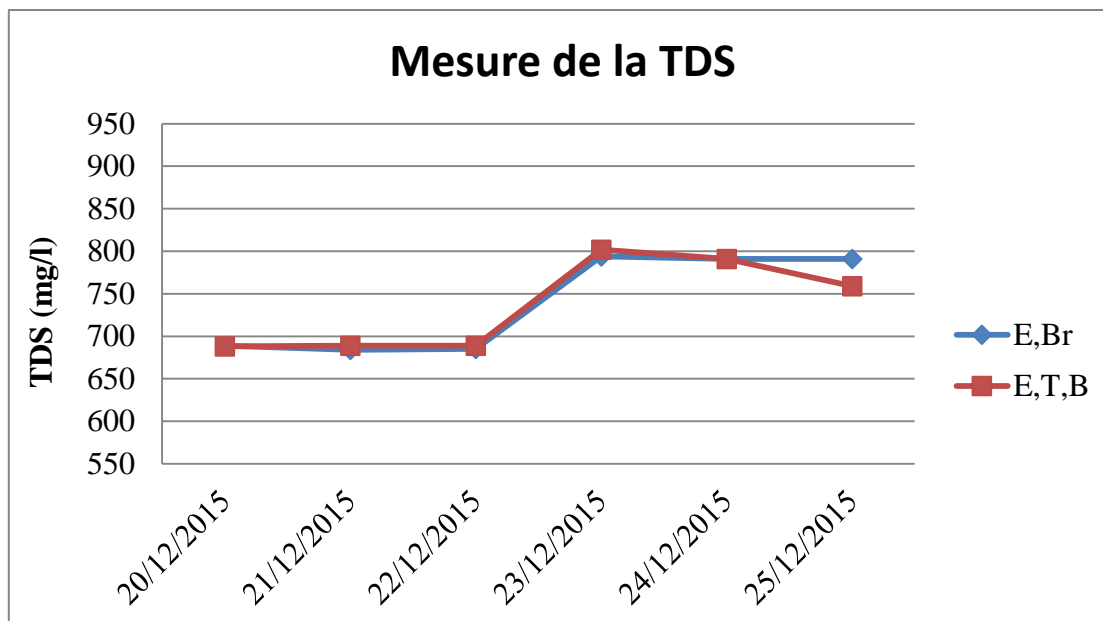


Fig. N°14: Evolution de TDS de l'eau brute et l'eau traitée en fonction du temps des deux échantillons.

- Les valeurs de TDS restent dans les normes (500-1500mg/l) ;elles varient de 680 jusqu'à atteindre 800mg/l que ce soit pour l'eau brute ou l'eau traitée.

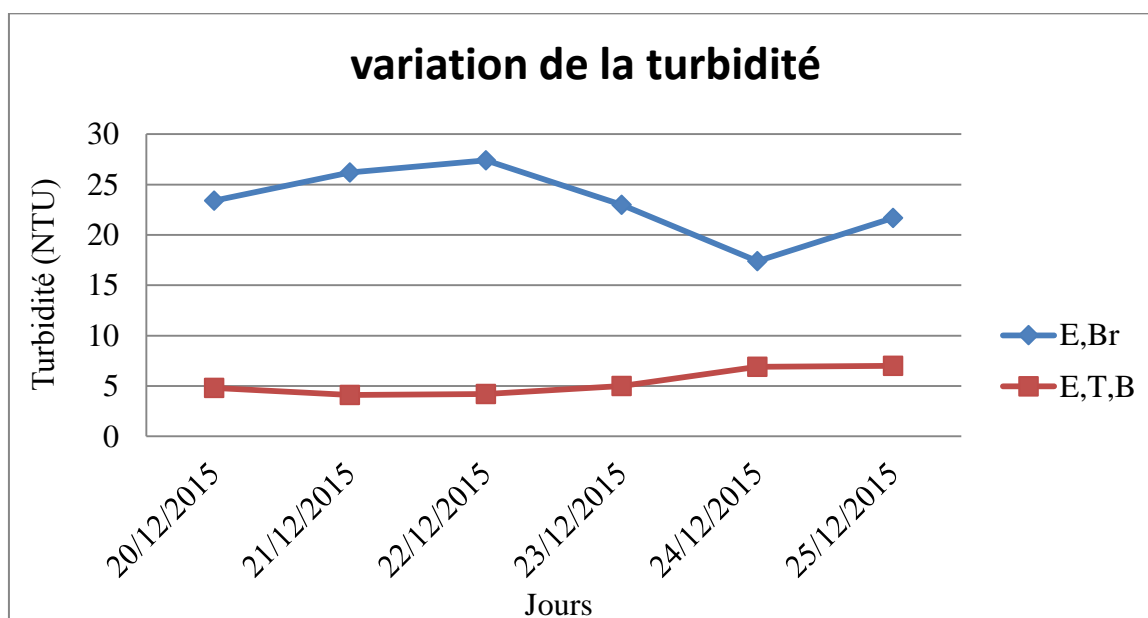


Fig. N°15: Evolution de la turbidité de l'eau brute et l'eau traitée en fonction du temps.

- Nous observons des valeurs élevées de la turbidité pour l'eau brute qui peuvent atteindre une valeur de 28 NTU, par contre les valeurs de cette dernière pour l'eau

traitée sont faibles et restent relativement dans les normes, ce qui nous confirme que le traitement de l'eau à fonctionnée et que grâce à ce dernier nous nous sommes débarrassés de toutes les matières en suspension.

✓ **Résultats chimiques :**

Paramètres	Eau brute	Eau traité station A	Eau traité station B
TA	/	/	/
TH	14.4	16.6	16.2
TAC	12.2	12.2	12.2
Ca²⁺	69.6	57.6	80.8
Mg²⁺	18.6	13.64	24.8
HCO₃⁻	122	122	122
Cl⁻	248.5	262.7	255.6
NO₃⁻	0.81	0.74	0.6
NO₂⁻	0.01	0.01	0.01
NH₄⁺	0.36	0.21	0.43
MO	0.16	0.24	0.16
PO₄³⁻	0.32	0.23	0.21

Tableau N°7 : Résultats des analyses chimiques

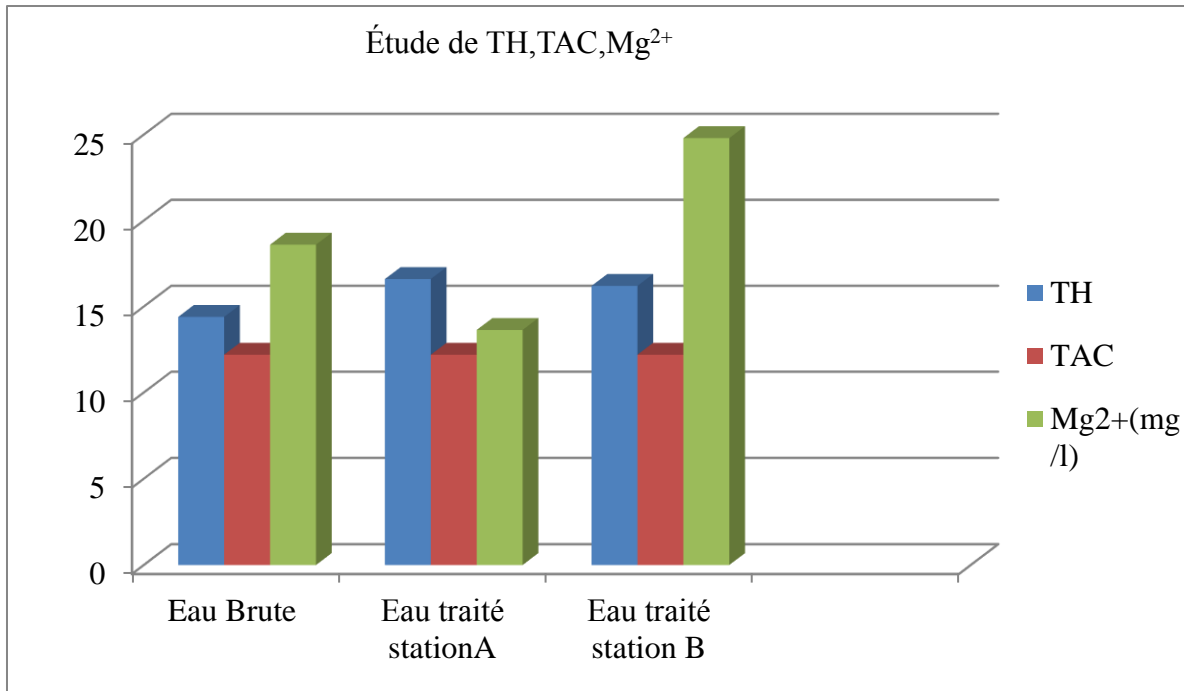


Figure N°16 : histogramme des résultats des analyses physiques (TH, TAC, Mg²⁺).

- Cet histogramme représente les valeurs de TH, TAC et Mg²⁺ pour l'eau brute, l'eau traitée provenant de la station A et la station B.
- Nous savons que le TH nous informe si une eau est douce ou dure, une eau est dite douce si sa valeur se situe entre 10-19°f donc nous concluons que l'eau est douce dans les 3 cas.
- Pour la mesure du titre alcalimétrique complet sa teneur nous informe si une eau est calcaire ou pas car il représente la somme des bicarbonates (HCO₃⁻), des carbonates (CO₃²⁻) ainsi que des hydroxydes (OH⁻), néanmoins généralement les eaux naturelles ne contiennent presque pas de CO₃²⁻ et de OH⁻; nous observons sur ce graphique que les valeurs sont les mêmes dans les 3 cas nous concluons que l'eau est peu calcaire.
- Concernant le dosage de Mg²⁺ nous observons qu'elle est dans les normes dans les 3 cas avec une valeur supérieure pour l'eau de la station B.

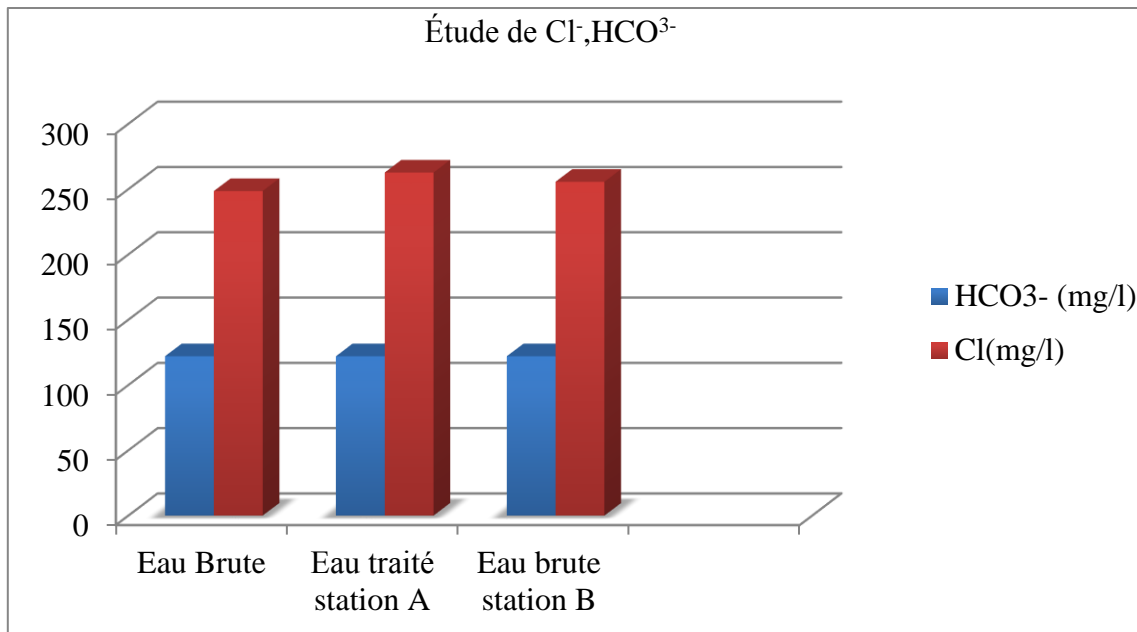


Figure N° 17: histogramme des résultats des dosages de (Cl^- , HCO_3^-).

- Cet histogramme représente les valeurs de HCO_3^- et Cl^- qui sont identiques dans les 3 cas et sont dans les normes.

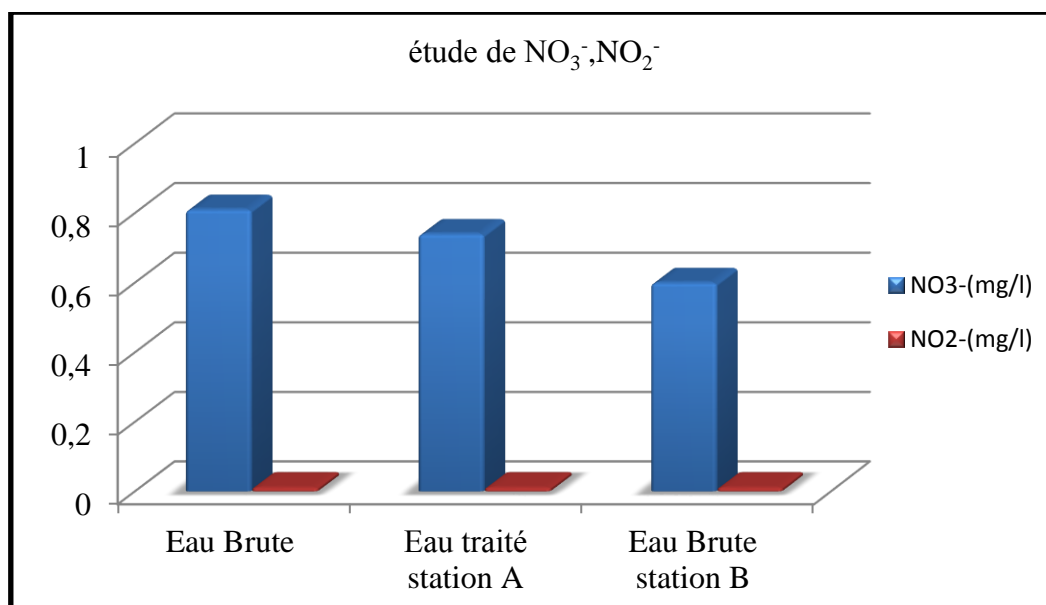


Figure N°18 : histogramme des résultats de (NO_3^- , NO_2^-).

- Nous observons l'inexistence de valeur de NO_2^- et une valeur inférieure à 1 pour les NO_3^- que ce soit pour l'eau brute ou bien l'eau de la station A et B, ces deux

substances sont nocives pour la santé donc leur analyse est primordiale pour affirmer de la potabilité de l'eau.

III.5-Les analyses bactériologiques :

L'analyse bactériologique de l'eau potable consiste à chercher les germes pathogènes que pourraient contenir l'eau comme : les coliformes, les streptocoques, les anaérobies sulfito-réducteur, les salmonelles et les vibriose chlorique.

Dans la station, les analyses bactériologiques comportent la recherche et le dénombrement des coliformes en particulier les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux, les mésophiles, des clostridium, des levures et des moisissures.

Suivi des qualités bactériologiques de l'eau (brute+ traitée) les résultats sont indiqués sur le tableau N°8 suivant :

Eau a analysé	Date de prélèvement (2015)	Coliformes Totaux	Coliformes fécaux	Streptocoques fécaux	clostridium	Mésophile 22 C°	Mésophile 37 C°
E.B St. A	18/12	ABS	ABS	ABS	/	/	18
E.T St. B	18/12	ABS	ABS	ABS	/	/	ABS
E.T St. A	18/12	ABS	ABS	ABS	/	/	ABS
E.B St. A	25/12	06	ABS	ABS	/	/	20
E.T St. B	25/12	ABS	ABS	ABS	/	/	01
E.T St. A	25/12	ABS	ABS	ABS	/	/	02

Tableau N°8 : résultats des analyses bactériologiques de l'eau (brute+traitée) durant la période de stage

- Les analyses effectuées durant la période de stage au laboratoire de qualité (ADE) consiste à la recherche des germes fécaux qui sont des indicateurs contamination fécale.
- On observe sur le tableau que l'eau brute contient des coliformes totaux et quelques mésophiles.
- Tous les échantillons prélevés des eaux traités montrent l'efficacité de la désinfection par l'hypochlorite de sodium qui assure une bonne qualité bactériologique.

III.6-Discussion générale :

- Dans les analyses physico-chimiques, on observe que l'eau traitée a une bonne odeur, un bon goût sans coloration car les TDS sont compris entre (0.68-0.79) qui est indispensable à l'organisme et n'est pas corrosif, ni agressif, ni entartant pour les canalisations avec un PH = 7.5 qui correspondant aux normes.

Les analyses chimiques sont indispensables pour réduire les valeurs de quelques paramètres comme les nitrates qui modifient l'hémoglobine du sang de façon à lui changer sa structure.

Les analyses bactériologiques sont effectuées pour éliminer les germes pathogènes, le traitement à l'hypochlorite de sodium a été extrêmement efficace et que l'eau est exempte des germes pathogènes.

La station effectue ces procédures de traitement selon les normes de l'OMS, ce qui va dire que l'eau est potable.

➤ **Deuxième partie :**

Dans cette seconde partie de notre travail nous avons comparé différents paramètres avec ceux de différentes eaux minérales pour attester de la potabilité de l'eau du robinet d'une part et d'autre part de prouver sa qualité.

Le tableau qui suit représente les valeurs de la conductivité de la turbidité ainsi que le titre hydrotimétrique des différentes eaux.

Les paramètres physiques	E.T.B	Nestlé	LallaKhadîdja	Saida
Conductivitéµs/cm	1300.6	473	298	1098
Turbidité	5.3	0.093	0.37	0.093
TH	12.2	2.34	1.51	4.05

Tableau N°9 : Résultats physiques de l'eau traitée avec des marques de Nestlé, LallaKhadîdja, Saida.

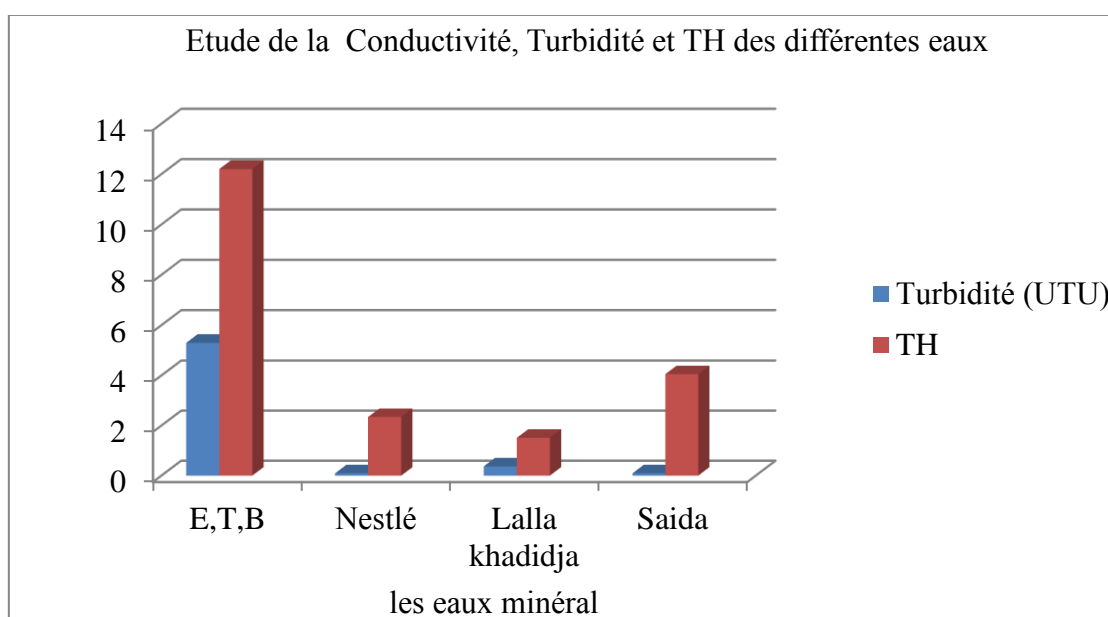


Figure N°19 : histogramme de la comparaison de la turbidité et TH des marques Nestlé, l'alla Khadîdja, Saida et l'eau traitée au niveau de la station B.

- Nous observons sur ce graphique des valeurs extrêmement faibles de la turbidité pour les 3 eaux minérales comparé à l'eau traitée dont sa valeur avoisine les 5 UTU, cette valeur élevée mais dans les normes indique la présence dans l'eau de particules en suspension minérales ou organiques, vivantes ou détritiques.
- Cet histogramme nous indique le taux du TH pour les différentes eaux nous voyons que les valeurs sont faibles les eaux de marque lallakhedija pour saida elle avoisine la

valeur de 4°f et pour l'eau traitée elle atteint la valeur de 12°f, nous pouvons en conclure que les eaux minérales sont très douces comparé à l'eau traitée qui est douce.

- Car nous savons que le titre hydrométrique est un indicateur de la minéralisation de l'eau qui correspond aux concentrations de calcium, de magnésium, de fer, d'aluminium, de strontium et de manganèse dans l'eau. Si la quantité de ces cations métalliques est importante, on dira que l'eau est dure. Si au contraire, elle est basse alors, on parlera d'eau adoucie.

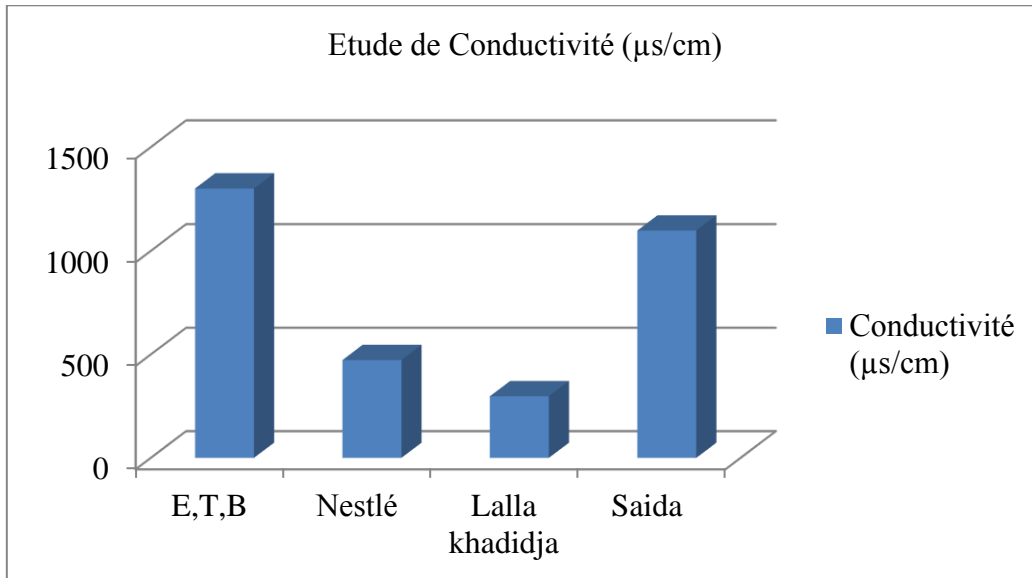


Figure N°20 : histogramme de la comparaison des valeurs de la conductivité de l'eau traité avec les marques Nestlé, lallaKhadîdja et Saida.

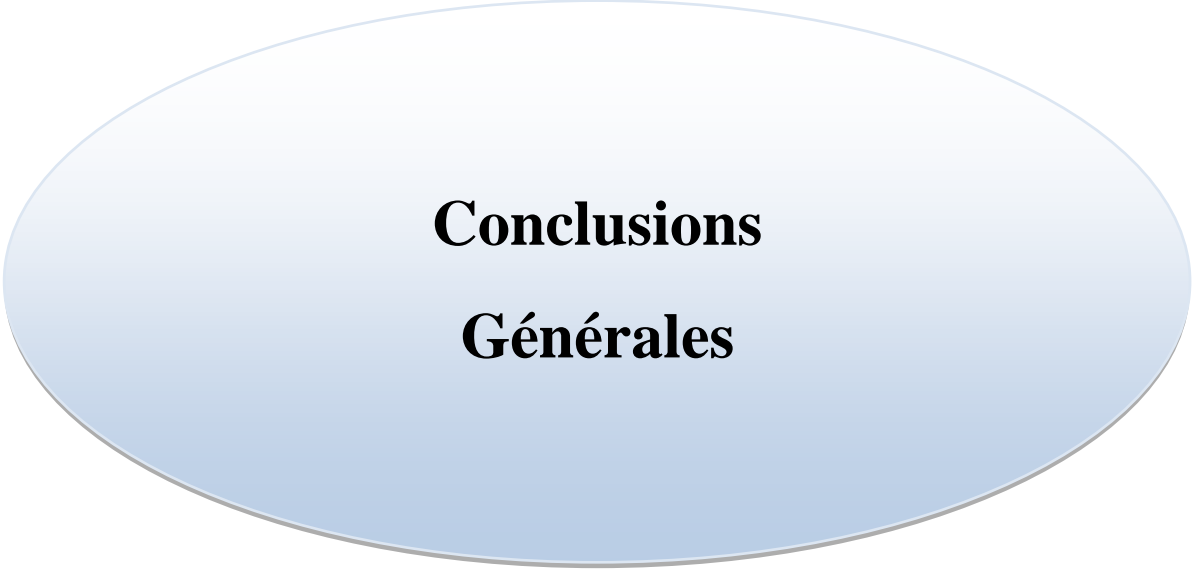
- Nous observons sur ce graphique que les valeurs de la conductivité pour lallakhedija et Nestlé sont inférieures à $500\mu\text{s}/\text{cm}$ par contre pour l'eau minérale Saida elle est de $1098\mu\text{s}/\text{cm}$ pour atteindre une valeur de $1300\mu\text{s}/\text{cm}$ pour l'eau traitée toutes ces valeurs sont dans les normes mais nous pouvons expliquer cette différence par la présence plus importante de calcium, magnésium, mais aussi d'aluminium, de fer, manganèse et de sodium etc... dans l'eau traitée car nous savons que la conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique ; tous les ions présents dans l'eau y participent .

Le tableau qui suit nous donne les valeurs des nitrites et nitrates par la méthode spectrophotométrique pour l'eau traitée et les différentes eaux minérales.

	E.T.B	Nestlé	L'alla Khadîdja	Saida
NO₃⁻mg/l	0.6	8	0,42	15
NO₂⁻mg/l	0.01	0	0	0

Tableau N°10 : comparaison des résultats de spectrophotométrie de l'eau traitée avec les marques Nestlé,lallaKhadîdjanetSaida.

- Nous observons que pour toutes les eaux la valeur de NO₂⁻ est nulle, tandis que pour les NO₃⁻les valeurs de l'eau traitée et lallakhedija sont extrêmement faibles comparées avec la marque Nestlé et Saida, l'OMS limite à 50 milligrammes par litre la teneur maximale en nitrates de l'eau destinée à la consommation humaine. La norme de 50 mg/L a été fixée en fonction des risques courus par les populations les plus vulnérables : nourrissons et femmes enceintes. Nous en concluons que toutes ces valeurs sont dans les normes.



**Conclusions
Générales**

Conclusion générale :

L'eau est un élément vital le plus essentiel ; mais elle est susceptible de se modifier par suite des réactions physiques, chimiques ou bactériologiques.

Avant d'arriver jusqu'à notre robinet, l'eau subit des traitements pour être potable. Souvent calcaire, elle entartre les appareils électroménagers et assèche la peau. Pour y remédier, il faut la traiter ; le temps passé à l'unité de l'ADE nous a permis d'observer toutes les étapes de traitement; tous ces procédés permettent bel et bien d'améliorer significativement la qualité de l'eau brute, l'usage de réactifs chimiques ne va pas sans poser certaines difficultés.

Pour des raisons de distribution des eaux de consommation, il est nécessaire de procéder à la désinfection chaque fois qu'il est nécessaire c'est-à-dire pendant chaque réparation de branchement ou infiltration.

Selon l'étude faite dans la station des eaux, il est clairement démontré par les analyses physico-chimiques que l'eau traitée est conforme à la réglementation de l'OMS. les analyses bactériologique montrent que cette eau est de bonne qualité bactériologique.

Donc l'eau traitée au niveau de cette station répond aux normes de potabilité et peut être consommée sereinement par les citoyens.

Sa distribution ne dépend pas uniquement d'un service donnée, mais de la collaboration entre les services de contrôle, d'exploitation du réseau, de désinfection et les consommateurs.

Au cours de notre travail nous avons fait un comparatif avec différentes eaux minérales nous sommes arrivés à la conclusion suivante que l'eau du robinet respecte les normes et est sans danger pour le consommateur même en ayant des taux de sels minéraux ou de turbidité plus élevés que les eaux du commerces.

En conclusion, nous attestons du respect de la réglementation et du suivi de l'eau tout au long du traitement jusqu'à son arrivée dans nos foyers par l'organisme de l'ADE.

Les références bibliographiques

- [1] : **PAPA. M**, Les Eaux A Usage Industriel, Edition EP5, 2005, p 17.
- [2] : **RODIER. J**, L'analyse De L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaire Et Eaux De Mer), 8ème Edition, Dunod, Paris, 1997, p 66.
- [3] : **MOKEDDEM. K, OUDDANE. S**, Qualité Physico-chimique Et Bactériologique De L'eau De Source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur institut de biologie – Mascara, 2005, pp 18-22..
- [4] : **GUILBERT. L**, Chimie Dans La Buanderie, Projets d'Intégration des Sciences et des Technologies en Enseignement au Secondaire, 2000, p 21.
- [5] : **LEYRAL. G, RONNEFOY. C, GUILLET. F**, Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, 2002, 245p.
- [6] **BERNE. F**, Les traitements des eaux dans l'industrie pétrolière, Édition TECHNIP, 1972, 207 p.
- [7] : **AOUBED. A**, les différents procédés des traitements des eaux, l'université BLIDA2007, 80 p.
- [8] : **GLAUDE. B, ROBERT. P**, chimie de l'environnement (air, eau ; sol, déchet) ; de boeck, paris 2001, 299 p.
- [9] : **XAVIER. L**, Guide pratique des stations de traitement des eaux, Édition Eyrolles, 2011, 266 p..
- [10] : **BECHAC. J, BOUTIN. P**, traitements des eaux usées Ed EYROLLES Bd St Germain. 1984, 121p.
- [11] : **OLIVIER. J, PIERRE. C**, Analyse du cycle de vie: Comprendre et réaliser un écobilan 2ème Édition, 2010, 302 p.
- [12] : Manuel pratique d'analyse de l'eau, 4 eme édition, 75 p; (2013).
- [13] : Manuel pratique d'analyse de l'eau, 4 eme édition, 46 p; (2013).
- [14] : Manuel pratique d'analyse de l'eau, 4 eme édition, 48 p; (2013).
- [15] : **GUILBERT. L**, Chimie Dans La Buanderie, Projets d'Intégration des Sciences et des Technologies en Enseignement au Secondaire, 2000, p 21.
- [16] : Manuel pratique d'analyse de l'eau, 4 eme édition, 43 p; (2013).
- [17] : Manuel pratique d'analyse de l'eau, 4 eme édition, 56 p; (2013).
- [18] : Manuel pratique d'analyse de l'eau, 4 eme édition, 54 p; (2013).
- [19] : Manuel pratique d'analyse de l'eau, 4 eme édition, 68 p; (2013).

[20] : Manuel pratique d'analyse de l'eau, 4 eme édition, 54 p; (2013).

[21] : Manuel pratique d'analyse de l'eau, 4 eme édition, 67 p; (2013).

[22] : **RODIER. J**, Analyse De L'eau (Eau Naturelles, Eaux Résiduaire, Eau De Mer), 8^{ème} Edition, paris, 1996, 1260 p.

[23] : **RODIER. J**, L'analyse De L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaire Et Eaux De Mer),8^{ème} Edition, Dunod, Paris, 1997, p 66.