

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**



UNIVERSITÉ KASDI MERBAH-OUARGLA
Institut des Sciences et des Techniques Appliquées
Département : Génie Appliqué



Projet de Fin d'Études
En vue de l'obtention du diplôme de
Licence Professionnelle

Présenté au Département de Génie Appliqué
Domaine : Sciences et Technologie
Spécialité : Mesures, Métrologie et Qualité

Réalisé par l'étudiant :

- BERRAF Ibrahim
- RAMDANE Abdraouf

Thème :

Contrôle qualité de l'eau potable

Soutenu le...../06/2022 devant la commission d'examen composée de :

M. MOUAFEK Houssem	MCB	à l'Université de Ouargla	Président
M. MECHRI Med Laid	MCB	à l'Université de Ouargla	Directeur du
Mémoire			
Mme. KABDI Soumia	MAA	à l'Université de Ouargla	Examineur

Année Universitaire : 2021 / 2022

Dédicace 1-2

Je dédie ce travail à:

*Mes très chers parents en signe de reconnaissance et de
profonde gratitude pour tout ce qu'ils ont consenti d'efforts
et de moyens pour me voir réussir dans mes études;*

Mes chers frères et Mes chères sœurs;

Toute ma famille ;

Tous mes amis sans exception;

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour
que ce projet soit possible, je vous dis MERCI.*

Remerciement

Nous remercions en premier lieu ALLAH tout puissant de nous avoir accordé la puissance et la volonté pour achever ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à Monsieur le Dr. MECHRI Med Laid pour son suivi, ses conseils judicieux et ses discussions qui nous ont beaucoup aidés au cours de nos recherches, nous vous remercions pour la gentillesse et la spontanéité avec lesquelles vous avez bien voulu diriger ce travail.

Nous tenons à remercier avec plus grande gratitude Monsieur le Dr. mouafek housseem, de l'honneur qu'il nous fait d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Nous remercions également Mme KABDI Soumia, d'avoir accepté de se joindre à ce jury comme examinatrice.

Enfin, je voudrais à adresse ici mes remerciements spéciaux à la direction algérienne des eaux (ADE) de la wilaya de Médéa qui m'a donnée l'occasion de faire un stage formidable au sein de la station de traitement des eaux potable.

Sommaire

<i>Introduction générale</i>	01
Chapitre 01: Généralités Sur L'eau	
01. <i>Ressources hydriques naturelles.</i>	03
02. <i>Pollution des eaux.</i>	04
03. <i>Propriétés générales d'une eau de boisson.</i>	07
04. <i>Normes de qualité des eaux de consommation</i>	08
4.1. <i>Les paramètres organoleptiques</i>	08
4.2. <i>Les paramètres physico-chimiques</i>	08
4.3. <i>Les matières organiques</i>	10
4.4. <i>Paramètres microbiologiques</i>	13
05. <i>Besoin d'une analyse d l'eau potable.</i>	15
06. <i>Qualité de l'eau potable.</i>	15
Chapitre 02: Analyse de Qualité de L'eau de Boisson	
01. <i>Echantillonnage et Contrôle de la Qualité de l'Eau</i>	18
1.1. <i>Déterminer la taille de l'échantillon.</i>	18
1.2. <i>Choix de la méthode d'échantillonnage.</i>	18
1.3. <i>Comment recueillir des échantillons d'eau.</i>	18
1.4. <i>Comment transporter des échantillons d'eau.</i>	20
1.5. <i>Assurer un contrôle de la qualité.</i>	21
02. <i>Analyse de Qualité de l'Eau de boisson</i>	22
2.1. <i>Traitement physico-chimique</i>	22
03. <i>Normes de qualité de l'eau potable</i>	32
3.1. <i>Normes physico-chimiques</i>	32
3.2. <i>Normes bactériologiques de l'eau potable</i>	32
Chapitre 03: Étude et analyse des propriétés de l'eau potable au sein de l'ADE	
01. <i>Aperçu général sur Entreprise ou la société.</i>	34
1.1. <i>Présentation de L'ADE</i>	34
1.2. <i>Présentation de l'organisme d'accueil</i>	34
02. <i>Méthodologie et résultat de l'étude</i>	37
2.1. <i>Procédés de traitement des eaux brutes</i>	37

<i>2.2. Essai de coagulation (Jar-Test)</i>	41
<i>Résultats et discussions</i>	42
• <i>Le Contrôle des analyses physico-chimiques.</i>	42
• <i>Les analyses bactériologiques.</i>	44
• <i>Discussion générale.</i>	45
 <i>Conclusions générales</i>	 47

Liste des figures

Chapitre 01: Generalites Sur L'eau

Figure I.1 : Etats dispersés- états dissous	6
Figure I.2 : les formes du carbone contenu dans une eau naturelle	10

Chapitre 02 : Analyse de Qualité de L'Eau de Boisson

Figure II.1 : Sachet et Bouteilles à échantillon	19
Figure II.2: Méthodes d'analyses	22
Figure II.3 : Fluxogramme de l'analyse de CO ₂	23
Figure II.4 : Fluxogramme de l'analyse de chlorures	23
Figure II.5 : Fluxogramme de l'analyse	24
Figure II.6 : photo représente l'Appareil de pH Meter / mV & Température Meter	28
Figure II.7: photo représente l'Appareil de turbidité.	29
Figure II.8: photo représente l'Appareil de spectrométrie.	29
Figure II.9: recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau potable	31

Chapitre 03 : Étude et Analyse des Propriétés de L'eau Potable Au Sein de L'ADE

Figure III.01 : Organigramme générale de la station de Chiffa	36
Figure III.02 : Les différentes étapes de traitement de station de Chiffa	37
Figure III.03 : Dé grilleur moyenne à l'entrée de la station	38
Figure III.04 : Chambre de relevage	38
Figure III.05 : Les bassins de débourbeur	39
Figure III.06 : La chambre d'équilibre et la vanne cylindrique	39
Figure III.07 : Les bassins de floculation	40
Figure III.08 : Les décanteurs	40
Figure III.09 : Le bassin de filtration.	41
Figure III.10 : Représentation de l'appareil de jar test.	42

Liste Des Tableaux

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'EAU	
Tableau I.1: <i>Principales différence entre eaux de surface et eaux souterraines</i>	4
Tableau I.2: <i>Concentration des éléments chimiques</i>	9
Tableau I.3: <i>Concentration des métaux lourds.</i>	9
Tableau I.4: <i>Concentration des substances.</i>	10
Tableau I.5: <i>: normes de potabilité selon l'OMS</i>	14
CHAPITRE II : ANALYSE DE QUALITE DE L'EAU DE BOISSON	
Tableau II.1: <i>Risque associé à la contamination fécale de l'eau de boisson</i>	30
Tableau II.3 : <i>Normes Et Recommandation Pour La Qualité Bactériologique de L'eau potable</i>	32
Tableau II.3: <i>Paramètres avec valeurs indicatives (Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 22 mars 2011)</i>	32
CHAPITRE 03 : Étude et analyse des propriétés de l'eau potable au sein de l'ADE	
Tableau III.1 : <i>Paramètres mesurés et appareillages.</i>	42
Tableau III.2 : <i>Les résultats des analyses physiques effectuées à la station chaque jour</i>	43
Tableau III.3 : <i>Résultats des analyses chimiques</i>	43
Tableau III.4 : <i>Résultats des analyses bactériologiques de l'eau (brute + traitée) durant la période de stage</i>	44
Tableau III.5 : <i>Résultats physiques de l'eau traitée avec des marques de Nestlé, Lalla Khadîdja, Saida.</i>	45
Tableau III.6 : <i>comparaison des résultats de spectrophotométrie de l'eau traitée avec les marques Nestlé, l'alla Khadîdja et Saida.</i>	46

LISTE DES ABREVIATIONS

Ca²⁺ : Calcium

DBO5 : Demande Biologique en Oxygène en cinq jours

DCO : Demande Chimique en Oxygène

HCO₃⁻ : Bicarbonate

K : Potassium

MES : Matières En Suspensions

MO : Matières organiques

Na²⁺: Sodium

NH₄⁺: Ammonium

NO₂⁻ : Nitrite

NO₃⁻ : Nitrate

NTU : Unité Néphélométrique

PH : potentiel Hydrogène.

PO₄⁻³ : Phosphate

SO₄ : sulfates

µS/cm: Micro cimmence par centimètre

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre alcalimétrique complet

TH : Titre Hydrométrique

Turb EB : turbidité de l'eau brute.

Turb ET : turbidité de l'eau traitée

SPC : sous-produits de chloration

THM : trihalométhanes.

MES : Les matières en suspension.

SO₂⁻⁴ : Les sulfates

DF : Degré française

LISTE DES ABREVIATIONS

COT : *Le carbone organique total*

COD : *Le carbone organique dissous*

DCO : *La demande chimique en oxygène*

ADE : *Algérienne des eaux.*

DHW : *direction hydraulique de la wilaya de Guelma.*

ONM : *Coordonnés de la station météorologique de Guelma*

ES : *l'épuisement du stock*

CMA : *concentrations maximales acceptables*

CAWST: *Centre for Affordable Water and Sanitation Technology*

ONG : *organisation non gouvernementale*

UNICEF : *United Nations Children's Education Fund*

OMS : *Organisation mondiale de la Santé*

HWTS : *Traitement de l'Eau à Domicile et Stockage Sûr (Household Water Treatment and Safe Storage)*

SODIS : *Désinfection solaire (solar disinfection)*

Introduction générale

L'eau de boisson est l'eau utilisée pour la consommation humaine. C'est l'eau destinée à être bue pour se désaltérer. Sa principale qualité est d'être potable, c'est-à-dire exempte de germes pathogènes et d'organismes parasites [1] [2].

En 2010, l'assemblée générale des Nations Unies a reconnu explicitement le droit à l'eau potable comme un droit de l'Homme. Chacun a le droit à un accès suffisant, continu, sûr, acceptable et abordable à de l'eau pour son usage personnel et domestique [3].

Il est très important pour la sante publique de disposer d'une eau salubre, que ce soit pour la boisson, pour un usage domestique, pour la production alimentaire ou pour les loisirs. L'amélioration de l'approvisionnement et une meilleure gestion des ressources hydriques peuvent stimuler la croissance économique des pays et contribuer largement à réduire la pauvreté [1] [3].

En effet l'eau est un élément clef de la vie terrestre. Elle est indispensable au fonctionnement de l'organisme. Elle représente 70% du poids corporel de l'homme adulte et 80% de celui de l'enfant. Ainsi, 2/3 de l'eau présente dans le corps humain sont repartis dans 51013 de cellules, 5% sous forme de plasma sanguin et 15% constituent le liquide interstitiel [4].

L'eau contaminée entraînent la transmission de maladies comme le choléra, la diarrhée, la dysenterie, l'hépatite A, la fièvre typhoïde et la poliomyélite.

La question de la qualité de l'eau au sein des programmes humanitaires se pose essentiellement en termes de consommation humaine et d'irrigation et la mauvaise qualité de l'eau peut être induite par des activités anthropiques ou par des phénomènes naturels. D'après l'organisation mondiale de la santé (OMS) la qualité d'une eau est définie par des paramètres physiques, chimiques et biologiques, mais aussi l'usage de cette eau.

Le principal objectif de cette étude est Contrôle qualité de l'eau de boisson, et de donner un aperçu sur les normes de qualité des eaux de consommation

Outre l'introduction et la conclusion générale, notre travail s'articule autour de Trois chapitres dont :

- Le premier chapitre est consacré à rappeler quelque généralités sur les propriétés de l'eau (physiques, chimiques, biologiques, etc.) potable*
- Dans le second chapitre nous citerons toutes les méthodes d'analyse ainsi que les procédés de prétraitement de l'eau.*
- Le 3eme 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 :

GENERALITES SUR L'EAU

- 01. Ressources hydriques naturelles.*
- 02. Pollution des eaux.*
- 03. Propriétés générales d'une eau de boisson.*
- 04. Normes de qualité des eaux de consommation:*
 - Les paramètres organoleptiques*
 - Les paramètres physico-chimiques*
 - Les matières organiques*
 - Paramètres microbiologiques*
- 05. Besoin d'une analyse d l'eau potable.*
- 06. Qualité de l'eau potable.*

1. Ressources hydriques naturelles [5]:

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

1.1. Eaux souterraine [5]:

Du 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 [6].*

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.

Quand une eau souterraine contient une concentration en certains minéraux dépassant les normes de potabilité, mais elle représente des propriétés thérapeutiques on la distribue en bouteilles avec parfois un traitement bien défini, ces eaux sont dites eaux minérales [7]

1.2. Eaux de surface [5]:

Ce type des eaux englobe 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 [8]. Le tableau (I.1) donne les éléments caractéristiques des eaux de surface par rapport aux eaux souterraines.

Tableau I.1: Principales différences entre eaux de surface et eaux souterraines .d'après [7]

<i>Caractéristique</i>	<i>Eaux de surface</i>	<i>Eaux souterraines</i>
<i>Température</i>	<i>Variable suivant saisons</i>	<i>Relativement constante</i>
<i>Turbidité</i>	<i>Variable, parfois élevée</i>	<i>Faible ou nulle (sauf en terrain karstique)</i>
<i>couleur</i>	<i>Liée surtout aux MES sauf dans les eaux très douces et acides (acides humiques)</i>	<i>Liée surtout aux matières en solution (acides humique...)</i>
<i>Minéralisation globale</i>	<i>Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets...</i>	<i>Sensiblement constante en général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région</i>
<i>Fer et Manganèse dissous</i>	<i>Généralement absents</i>	<i>Généralement présents</i>
<i>nitrate</i>	<i>Peu abondants en général</i>	<i>Teneur parfois élevée</i>
<i>Micropolluants minéraux et organiques</i>	<i>Présents dans les eaux de pays développés, mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source</i>	<i>Généralement absents mais une pollution accident elle subsiste beaucoup plus longtemps</i>
<i>Eléments vivants</i>	<i>Bactéries, virus</i>	<i>Ferrobactéries fréquentes</i>

1.3. Eaux de mers et océans [5]:

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 souterraine 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[8].

2. Pollution des eaux [5]:

La pollution des eaux peut être définie comme une dégradation de celle-ci par les éléments qu'elle a accumulés de son utilisation. Ces éléments indésirables proviennent des excréments chimiques, des rejets provenant d'industries divers, du lessivage des terrains traversés.

Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute l'un des aspects les plus inquiétants de la dégradation du milieu naturel.

2.1. Origine de la pollution[5] :

2.1.1. L'industrie [5] :

Les activités industrielles rejettent un bon nombre de substances qui vont polluer nos rivières et nos nappes, parfois d'une manière intensive que l'on n'en connaît pas les effets à long terme [8].

Les rejets industriels renferment des produits divers sous forme insoluble ou soluble d'origine minérale et/ou organique, à caractère plus ou moins biodégradable et parfois toxique même à très faible concentration.

2.1.2. L'agriculture [5]:

Elle utilise des engrais chimiques azotés et phosphorés, des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures, ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration [9].

2.1.3. Pollution domestique [5]:

Nos eaux usées urbaines sont constituées de matière organique biodégradable certes mais de grandes consommatrices d'oxygène, de germes pathogènes et de produits chimiques [7].

2.1.4. Pollution par les eaux pluviales [5]:

Il ne faut pas oublier par ailleurs la pollution générée par les eaux pluviales. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles).

2.1.5. Pollution d'origine naturelle [5]:

Certaines substances naturellement présentes dans l'environnement entraînent parfois des problèmes de contamination de l'eau potable. Des composés inorganiques comme le baryum, l'arsenic, les fluorures, le sodium, les chlorures, le mercure, le cadmium et les cyanures peuvent contaminer l'eau potable. L'eau souterraine est particulièrement vulnérable lorsqu'il y a présence de métaux dans les formations géologiques environnantes[9].

2.1.6. Pollution par les substances associées au traitement de l'eau [5]:

La chloration de l'eau dans le but de la rendre potable est un procédé très répandu et reconnu efficace. La chloration est même considérée par les experts comme étant l'une des plus importantes initiatives de santé publique du XXe siècle. Cependant, bien qu'il soit efficace pour contrôler principalement les virus et les bactéries, le chlore, en présence de matières organiques, entraîne la formation de plusieurs sous-produits de chloration (SPC) potentiellement cancérigènes comme par exemple les trihalométhanes (THM).

Le sulfate d'aluminium est un produit utilisé pour coaguler les substances contenues dans l'eau. L'eau ainsi traitée présente des concentrations d'aluminium plus élevées que dans l'eau non traitée. La toxicité de l'aluminium a été étudiée en relation avec la maladie d'Alzheimer qui influe sur la mémoire et le comportement des personnes atteintes.

2.2. Les principaux polluants des eaux naturelles [5]:**2.2.1. Polluants physiques [5]:**

La pollution physique représente les éléments solides entraînés par l'eau. Ils se subdivisent en plusieurs catégories selon leur nature et leur dimension :

- a. **Les éléments grossiers :** Leur dimension est suffisamment grande pour être retenue par de simples grilles. dans les eaux de surface, ces éléments sont généralement : les brindilles, les feuilles, les arbres...etc.
- b. **Les sables :** Les sables sont des particules minérales d'une certaine dimension. Ils sont généralement à base de silice ou de composition minérale équivalente. Leur masse spécifique est de 2,5 à 2.6 g/cm³, ce qui permet leur élimination par simple décantation [6].
- c. **Les matières en suspension (MES) :** Les matières en suspension rencontrées dans les eaux (essentiellement superficielles) sont très diverses tant par leur nature que leur

dimension .Elles sont constituées de quartz, d'argiles, de sels minéraux insolubles, de particules organiques composées de micro-organismes, et de produits de dégradation animaux ou végétaux [10].

Selon leur dimension : Les états dispersés que l'on peut diviser en suspension et état colloïdal, se distinguent de l'état dissout, notamment par les dimensions particulières. La Figure (I.1) donne en première approximation, une échelle de dimensions particulières et les états correspondants.

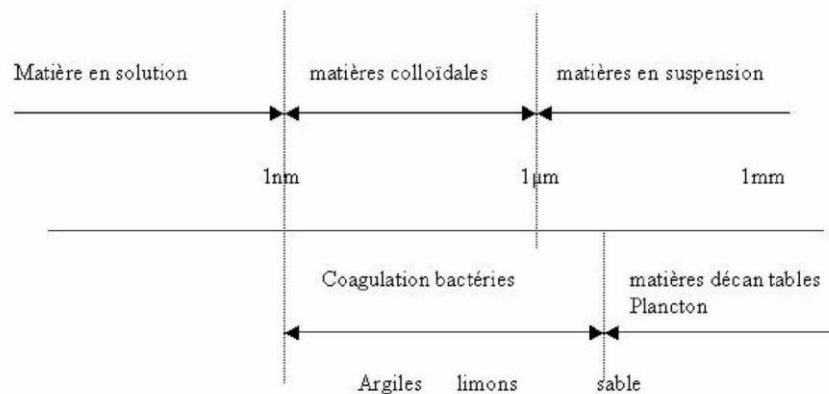


Figure I.1 : Etats dispersés- états dissous. D'après [11]

Selon leur nature : La nature des matières solides en suspension peut être soit minérale soit orales polluants minéraux constituent une gêne physique pour l'environnement mais n'évoluent pas dans le temps.

Les rejets minéraux colmatent les sols sur lesquels ils sont évacués aboutissant ainsi à l'asphyxie de ce sol ou contribuent à une pollution par leur volumes (dépôts) ainsi que les polluants organiques évoluent qui ont besoin d'oxygène et qui dégageront des odeurs par putréfaction dans ce cas les métabolismes continuent créant des besoins et occasionnant des rejets qui gênent l'environnement ces éléments doivent être traités avant leur évacuation [12].

2.2.2. Polluants chimiques [9]:

La pollution chimique d'une eau est autrement plus complexe et peut provenir de plusieurs sources.

On distingue selon la nature de la pollution chimique :

- Les éléments chimiques minéraux.
- Les éléments chimiques organiques.

Les éléments chimiques minéraux : L'eau étant un très bon solvant permettra la mise en solution de nombreux composés avec lesquels elle sera en contact. La dissolution des sels, la corrosion des métaux et dissolution des acides et des bases sont des phénomènes qui donnent lieu à des eaux de rejets caractérisées par certaines formes de pollution dont les plus représentatives sont :

- **La température**: l'évolution de la température dépend du mode d'utilisation de l'eau avant son rejet et surtout le parcours de l'eau avant l'exutoire ou la station d'épuration. En général l'eau doit être évacuée vers l'environnement à des températures inférieures à 30°C une eau plus chaude constitue une pollution [13].

- **Le pH** : le pH d'une eau est dû à la concentration de cette eau en ions H^+ ou OH^- une eau équilibrée aura un pH neutre de 7. Des variations trop élevées du pH par rapport à cette valeur moyenne de 7 constitue une pollution. Des eaux dont le pH présente de grands écarts par rapport à la neutralité sont polluées [12].
- **Les sels** : dans beaucoup de procédé de production ainsi que lors de l'élaboration des matières, il se forme parfois des sels en grandes quantités, avant tout des chlorures, des nitrates, des sulfates et des phosphates, qui ont une grande importance vis-à-vis l'environnement [14].
 - **Les nitrates** (NO_3^-) : les nitrates sont présents naturellement dans les eaux, les apports excessifs ou mal maîtrisés d'engrais azotés provoquent une augmentation des nitrates dans les ressource. Les nitrates se transforment en nitrite dans l'estomac. Ces nitrites peuvent provoquer la transformation de l'hémoglobine du sang en méthémoglobine, impropre à fixer l'oxygène. Ce phénomène est à l'origine de cyanoses, notamment chez les nourrissons. La consommation d'eau chargée en nitrates ou nitrites par la femme enceinte ou le nourrisson peut constituer un risque pour le nouveau-né [15].
 - **Les chlorures** : en plus de l'agressivité et de la minéralisation qu'ils confèrent à ces eaux, des taux élevés modifient la saveur de l'eau et contribuent aux dépôts de sels néfaste pour l'agriculture [6].
 - **Les sulfates** (SO_4^{2-}) : en plus des inconvénients qui caractérisent les chlorures, les sulfates participent aux métabolismes des bactéries contenues dans l'eau, les bactéries contenues dans l'eau, les bactéries sulfato-réductrice transforment les sulfates en sulfures avec dégagement de gaz sulfureux (œufs pourris) créant des désagréments à l'environnement [6].
- **Les métaux lourds** : les métaux lourds, qui parviennent dans les eaux, font partie des polluants de l'eau, les métaux lourds exemple dans les sédiments [14].

2.2.3. Polluants microbiologiques [5]:

L'eau peut contenir des micro-organismes pathogènes (des virus, des bactéries, des parasites). Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau.

3. Propriétés générales d'une eau de boisson [5]:

L'eau de boisson peut être définie en se référant à l'OMS comme une eau ne contenant en quantité dangereuse ni substances chimiques ; ni germes nocifs a la santé humaine.

Elle doit être agréable à boire que les circonstances le permettent, pour être distribué, l'eau de boisson doit satisfaire à un ensemble de conditions que l'on peut résumer comme suit :

- une eau de boisson ne doit nuire à la santé de consommateurs, ni à court terme ni a moyen terme et ni à long terme.
- Une eau de boisson ne doit avoir des propriétés agressives vis-à-vis les canalisations, et doit rester inerte que possible des matériaux dont elle est en contact.
- Une eau de boisson doit être dépourvue de toutes bactéries ou microbes indiquant la présence d'organismes pathogènes (transmetteurs de maladies).

4. Normes de qualité des eaux de consommation [5]:

4.1. Les paramètres organoleptiques [5]:

a. La couleur : la couleur de l'eau est dite 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. L'eau de boisson ne doit pas présenter une coloration qui dépasse **15 mg/l** à l'échelle platine.

b. La turbidité : la turbidité correspond, après filtration à **0.45 µm**, aux particules fines présentes dans le filtrat, appelées colloïdes et qui rendent l'eau trouble. La turbidité exprime l'atténuation d'un faisceau de lumière blanche au contact de particules colloïdes. Elle est d'autant plus élevée que la densité des particules contenue dans l'eau est forte. Il existe plusieurs échelles pour la mesurer. Une des plus utilisées est l'unité NFU (Nephelometric Turbidity Unit).

La turbidité des eaux alimentaires doit être inférieure à **1 NFU** au point de mise en distribution et inférieure à **2 NFU** au robinet du consommateur. Sa valeur considérée comme très forte pour des eaux de surface présentant une turbidité supérieure à **3 000 NFU**. Les valeurs peuvent atteindre **10 000 NFU** dans des bassins versants fortement érodés ou lors d'épisodes pluvieux. Dans ce cas le paramètre n'est plus significatif et il faut revenir aux MES.

La turbidité est également considérée comme un indicateur indirect du risque microbiologique, car certains microorganismes tels que les virus peuvent y être associés (par adsorption).

La turbidité d'une eau est l'inverse de sa transparence ; elle est due à la présence des matières en suspension dans l'eau. L'eau de boisson ne doit présenter une turbidité supérieure à **5 NTU**.

c. L'odeur : Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. La présence d'une odeur est un signe de pollution ou de la présence de la matière organique en décomposition.

4.2. Les paramètres physico-chimiques [5]:

a. La température : La température influe considérablement sur la vitesse des réactions chimiques ou biochimiques dans l'eau, la température optimale de l'eau de consommation est entre **9 °C** et **12 °C**. Elle ne doit pas dépasser **15 °C**.

b. PH: Le PH influe sur les phénomènes de corrosion ou d'entartrage des conduites. On admet que le PH des eaux de consommation doit être compris entre **6.5** et **8.5**

c. La dureté : La dureté d'une eau est associée à la présence en solution et à l'état dissous des ions bivalents calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}).

La dureté de l'eau provoque :

- ❖ La consommation excessive du savon.
- ❖ Une corrosion des conduites et des chaudières due à des précipitations du carbonate de calcium (CaCO_3).

La dureté de l'eau est souvent exprimée en degré français (**DF°**) ou en **mg/l** de **CaCO₃**.

$$1 \text{ DF}^\circ = 10 \text{ mg/l (CaCO}_3) = 4 \text{ mg/l (Ca}^{2+}) = 2.4 \text{ (Mg}^{2+})$$

- Une eau qui est très douce c'est-à-dire : $TH < 7 \text{ DF}^\circ$, n'est pas potable
- Une eau douce : $TH = 7 \text{ à } 14 \text{ DF}^\circ$ d'une bonne potabilité
- Une eau moyennement douce : $TH = 14 \text{ à } 22 \text{ DF}^\circ$ passable
- Une eau dure : $TH = 32 \text{ à } 32 \text{ DF}^\circ$ passable
- Une eau très dure : $TH = 32 \text{ à } 54 \text{ DF}^\circ$ mauvaise potabilité

Pour les éléments chimiques suivants, les concentrations doivent être inférieures aux valeurs indiquées dans le tableau I.2 :

Tableau I.2: Concentration des éléments chimiques

Eléments chimiques	Concentration (mg/l)
Chlorure (Cl^-)	200
Sulfate (SO_4^{-2})	250
Sodium (Na^+)	150
Magnésium (Mg^{+2})	50
Potassium (K^+)	12
Nitrite (NO_2^-)	0.1

Pour les métaux lourds suivants, les concentrations ne doivent pas dépasser les concentrations admissibles dans l'eau ; indiquées dans le tableau (I.3)

Tableau I.3: Concentration des métaux lourds.

Paramètres	Concentrations
Fer (Fe)	300 $\mu\text{g/l}$
Manganèses (Mn)	50 $\mu\text{g/l}$
Cuivre (Cu)	1 mg/l
Zinc (Zn)	5 $\mu\text{g/l}$
Argent (Ag)	50 $\mu\text{g/l}$
L'aluminium (Al)	0.2 mg/l

Pour les paramètres concernant les substances toxiques : les concentrations ne doivent pas dépasser les concentrations indiquées dans le tableau (I.4).

Tableau I.4: Concentration des substances.

Paramètres	Concentrations
Cadmium (Cd)	50 µg/l
Cyanure (Cn)	50 µg/l
Mercure (Hg)	1 µg/l
Plomb (Pb)	50 µg/l

4.3. Les matières organiques [5]:

a. L'oxydabilité au permanganate de potassium (KMnO₄):

Cette mesure renseigne sur la concentration en matières organiques présentes dans une eau peu chargée. On utilise un oxydant, le permanganate de potassium (KMnO₄), qui, dans des conditions opératoires précises, va oxyder des molécules présentes dans l'eau. Ces molécules sont essentiellement des molécules organiques mais des molécules minérales peuvent être également oxydées et l'on devrait parler plutôt de matières oxydables.

Le KMnO₄ n'attaque pas toutes les molécules organiques mais il est très utilisé pour suivre l'évolution de la matière organique dans une station de traitement. L'oxydation des matières organiques et des substances oxydables est effectuée par le permanganate de potassium à chaud ou à froid. La méthode à chaud est la plus utilisée à cause de sa rapidité [15.19]

b. Le carbone organique total (COT)

Le COT est définie comme la concentration en mg de carbone/l d'échantillon, c'est une méthode directe pour mesurer la teneur en matières organiques d'une eau. Il consiste à brûler l'échantillon d'eau à 950 °C sous l'action de l'oxygène gazeux et de mesurer le CO₂ dégagé, et par suite de mesurer le carbone total (organique et minéral). Le COT est une méthode rapide et présente plusieurs avantages tels que : on peut analyser l'eau quelle que soit sa qualité (de forte salinité, acide, basique, ou contient des composés toxiques). Mais malgré ses avantages, il exige un appareillage coûteux [8.11].

Si on fait le bilan de toutes les formes du carbone contenu dans une eau naturelle, on a donc le schéma suivant :

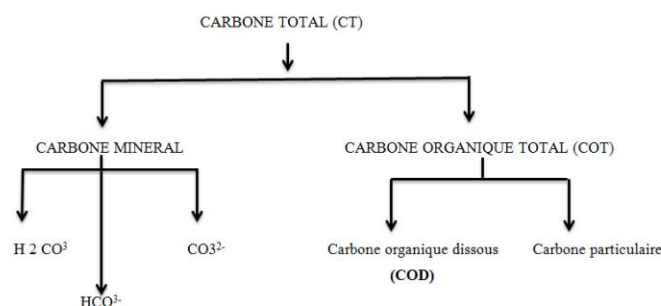


Figure I.2 : les formes du carbone contenu dans une eau naturelle

La détermination du carbone organique total (COT) ou dissous (COD) passera donc par l'élimination du carbone minéral avant la mesure, ou par sa soustraction du carbone total. Le principe de la mesure du carbone organique dans les eaux consiste en une minéralisation par oxydation des matières organiques (M.O), suivi de la mesure de CO₂ libéré.

c. La demande chimique en oxygène (DCO):

C'est une mesure de toutes les matières organiques (ou presque) contenues dans les eaux naturelles ou usées, qu'elles soient biodégradables ou non biodégradables.

L'oxydation est effectuée ici dans des conditions énergiques, par voie chimique. Elle se fait sous l'action d'un oxydant puissant (bichromate de potassium), en milieu acide fort (H₂SO₄) et au reflux pendant deux heures.

La DCO constitue donc un paramètre important. C'est un test rapide, très utile pour la surveillance des eaux usées et des rejets industriels (surtout ceux à caractère toxique qui se prête mal aux mesures de DCO, exprimée, elle aussi en mg/l d'oxygène, diffère de celle de la DBO. Elle est généralement supérieure, surtout pour les eaux usées domestiques, mais il y a souvent un rapport à peu près constant entre les deux (de l'ordre de 1,5 à 2) [20 ,21]

d. La demande biochimique en oxygène (DBO₅):

L'oxydation des composés organiques biodégradables par les microorganismes entraîne une consommation d'oxygène ; le milieu exerce donc une certaine demande biochimique d'oxygène. La mesure de cette DBO permet d'évaluer le contenu d'une eau en matières organiques biodégradables et donc, dans une certaine mesure, sa qualité ou son degré de pollution.

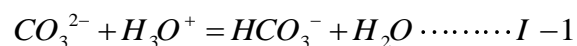
La dégradation complète des matières organiques peut être relativement longue (plusieurs semaines). D'autre part, l'oxydation des dérivés ammoniacaux et des nitrites en nitrates (nitrification) absorbe également de l'oxygène. Cette nitrification, dans les eaux naturelles, ne débute qu'au bout d'une dizaine de jours. Pour ces deux raisons , on mesure la DBO en 5 jours , ou DBO₅, c'est-à-dire la quantité d'oxygène consommée ; pendant ce laps de temps , pour l'oxydation partielle des matières organiques biodégradables sous l'action des microorganismes [20.21.11].

e. Alcalinité:

L'alcalinité d'une correspond à la présence d'ions hydroxydes, carbonates hydrogéné carbonates. Elles des détermine par acidimétrie et se caractérise par 2 paramètres :

- **Le Titre Alcalimétrique (TA) :**

Qui correspond à la première neutralisation des ions carbonates (CO₃²⁻) selon la réaction suivante :



On considère que la réaction est terminée lorsque le PH du milieu a atteint 8.3. La quantité de protons nécessaire à la réalisation de cette réaction dans un litre d'eau est appelé le Titre Alcalimétrique.

En pratique, on détermine le TA à l'aide d'une solution étalon d'acide fort (acide chlorhydrique ou sulfurique) en présence d'un indicateur coloré, la phénolphtaléine, qui vire au

rouge à **pH 8.3**. Le TA dose ainsi la totalité des hydroxydes et la moitié des carbonates selon la formule :

$$TA = [OH^-] + \frac{1}{2}[CO_3^{2-}] \dots\dots I - 2$$

Dans les eaux naturelles où le pH est pratiquement toujours inférieur à 9, la constatation en ions hydroxydes $[OH^-]$ ne dépasse pas 10^{-2} milli mol / l . On la considère donc négligeable face aux concentrations en ions carbonates $[CO_3^{2-}]$ et hydrogénocarbonates $[HCO_3^-]$. On obtient donc :

$$[CO_3^{2-}] = 2TA \dots\dots I - 3$$

Le TA s'exprime en milliéquivalent par litre (me/l) ou en degrés français (°F). c'est une unité de concentration : $1^\circ F = 0.2 \text{ me/l}$ et 1 me/l de TA correspond à une milli mole de (CO_3^{2-}) .

- **Le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) :**

Qui correspond à la neutralisation de la totalité des espèces carboniques dissociées et s'obtient en poursuivant la neutralisation :



On considère que cette réaction est terminée lorsque le **pH** du milieu atteint **4.4**. La quantité totale de protons nécessaire à la réaction de cette réaction dans un litre d'eau est appelée le Titre Alcalimétrique Complet. En pratique, on détermine le TAC à l'aide d'une solution étalon d'aide fort (acide chlorhydrique ou sulfurique) en présence d'un indicateur coloré, l'hélianthine, qui vire à **pH 4.4**. Le TAC dose la totalité des ions hydroxydes, hydrogénocarbonates et carbonates selon la formule :

$$TAC = [OH^-] + [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}] \dots\dots I - 5$$

Les ions hydroxydes $[OH^-]$ étant considérés comme négligeables, on obtient :

$$TAC = [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}] \dots\dots I - 6$$

Le TAC s'exprime également en me/l ou °F.

La concentration initiale en ions hydrogénocarbonates $[HCO_3^-]$ s'obtient finalement par la relation suivante :

$$[HCO_3^-] = TAC - 2TA \dots\dots I - 7$$

4.4. Paramètres microbiologiques

L'eau ne doit pas contenir des germes pathogènes en particulier : salmonelle, streptocoque, E. Coli dans 5 litres d'eau prélevée.

Eaux de consommation humaine une eau destinée à la consommation humaine est considérée comme potable si elle répond à des exigences de qualité bien définies sur le plan de ses caractéristiques physico-chimique et bactériologiques qui ne doivent pas porter atteinte à la santé du consommateur.

pour la qualité des eaux distribuées, on se réfère essentiellement à deux aspects :

- ✓ *La satisfaction de l'utilisateur, subjective car fondée essentiellement sur la quantité organoleptique et visuelle : << L'eau doit être aussi agréable à boire que les circonstances le permettent. >> ;*
- ✓ *Et, surtout, la composition et sa compatibilité avec l'hygiène et la protection de la santé publique (qualité sanitaire).*

*L'eau de distribution publique est définie par des normes nationales découlant des travaux de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et de directives européennes .L'OMS dans ses directives établies en **1983** a regroupé les paramètres concernant la qualité de l'eau en cinq catégories :*

- *La qualité microbiologique ;*
- *Les composés inorganiques ayant une conséquence sur la santé ;*
- *Les composés organiques ayant une conséquence sur la santé ;*
- *La qualité esthétique (transparence, absence de coloration)*
- *Les constituants radioactifs,*

Il importe ensuite à chaque pays d'établir sa propre législation, en fonction des critères locaux, en y incluant en particulier les données économiques. Tableau I.5 :normes de potabilité selon l'OMS.

Tableau I.5 : normes de potabilité selon l'OMS (2011)

Elément /substance	Symbole /formule	Concentration normalement trouvée dans l'eau de surface	Lignes directrices fixée par l'OMS
Aluminium	Al		0.2 mg/l
Ammonium	NH ₄ ⁺	<0.2 mg/l (peut aller jusqu'à 0.3 mg/l dans une eau anaérobique)	Pas de contraintes
Antimoine	Sb	<4 µg/l	0.02 mg/l
Arsenic	As		0.01 mg/l
Amiante			Pas de valeur guide
Baryum	Ba		0.7 mg/l
Béryllium	Be	<1 µg/l	Pas de valeur guide
Bore	B	<1 mg/l	0.5 mg/l
Cadmium	Cd	<1 µg/l	0.003 mg/l
Chlore	Cl		Pas de valeur guide mais on peut noter un gout a partir de 250 mg/l
Chrome	Cr ⁺³ Cr ⁺⁶	<2 µg/l	Chrome total :0.05 mg/l
Couleur			Pas de valeur guide
Cuivre	Cu ²⁺		2 mg/l
Cyanure	CN ⁻		0.07 mg/l
Oxygène dissous	O ₂		Pas de valeur guide
Fluorure	F ⁻	<1.5 mg/l (up to 10)	1.5 mg/l
Dureté	CaCO ₃		200 ppm
Sulfure d'hydrogène	H ₂ S		0.05 à 1 mg/l
Fer	Fe	0.5-50 mg/l	Pas de valeur guide
Plomb	Pb		0.01 mg/l
Manganèse	Mn		0.4 mg/l
Mercure	Hg	<0.5 µg/l	Inorganique :0.006 mg/l
Molybdène	Mb	<0.01 mg/l	0.07 mg/l
Nickel	Ni	<0.02 mg/l	0.07 mg/l
Nitrate et nitrite	NO ₃ . NO ₂		50 et 3 mg/l (exposition à court terme) 0.2 mg/l(exposition a long Terme)
Turbidité			Non mentionnée
Ph			Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 905
Sélénium	Se	<<0.01 mg/l	0.01 mg/l
Argent	Ag	5-50 µg/l	Pas de valeur guide
Sodium	Na	<20 mg/l	Pas de valeur guide
Sulfate	SO ₄		500 mg/l
Etain inorganique	Sn		Pas de valeur guide : peu toxique
TDS			Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1000 mg/l
Uranium	U		0.015 mg/l
Zinc	Zn		3 mg/l

5. Besoin d'une analyse d l'eau potable [22] :

Les éléments suivants sont des raisons habituelles d'effectuer des tests de qualité de l'eau au niveau du foyer :

- Garantir une eau potable saine Identifier des problèmes Adopter de mesures de précaution Sensibiliser Déterminer l'efficacité du procédé HWTS Choisir une source d'eau appropriée Inciter les gouvernements à fournir une eau salubre
- . Le HWTS est en train de devenir une façon populaire d'obtenir de l'eau saine.
- Différents procédés et technologies comme le filtre bio sable, le filtre céramique, la désinfection solaire (SODIS), et la chloration, sont introduits par diverses organisations gouvernementales et non gouvernementales (ONG)
- . Les tests de qualité de l'eau sont très utiles pour comprendre la différence de qualité entre l'eau de source, l'eau traitée et l'eau stockée.

Historiquement, les laboratoires conventionnels étaient surtout utilisés pour effectuer des analyses de qualité de l'eau. Aujourd'hui on dispose d'un large éventail de bons kits et produits sur le marché, permettant d'effectuer des analyses par soi-même. Les sections suivantes présentent les cinq différentes méthodes d'analyse de qualité de l'eau disponibles :

- a. Observation
- b. Utilisation de kits d'analyse portables
- c. Utilisation d'un laboratoire mobile
- d. Envoi de vos échantillons à un laboratoire commercial
- e. Installation de votre propre laboratoire de projet.

6. Qualité de l'eau potable [22] :

Nous obtenons notre eau de boisson de différentes sources selon l'endroit où nous vivons dans le monde. Trois des sources utilisées pour recueillir de l'eau de boisson sont :

1. L'eau souterraine — c'est l'eau qui remplit les espaces entre la roche et le sol, formant un aquifère. La profondeur et la qualité de l'eau souterraine varient selon le lieu. Environ la moitié des réserves mondiale en eau potable est souterraine.
2. L'eau de surface — c'est l'eau qui est recueillie directement dans un ruisseau, une rivière, un lac, un étang, une source, ou ayant une origine similaire. L'eau de surface est généralement impropre à la consommation sans traitement.
3. L'eau de pluie — c'est l'eau qui est recueillie et stockée en utilisant un toit, une surface au sol, un bassin de récupération rocheux.

L'eau est en mouvement permanent sur, au-dessus, et sous la surface de la terre. Comme l'eau est recyclée à travers la terre, elle amasse beaucoup de choses sur son chemin. La qualité de l'eau diffère selon le lieu, les saisons, et les divers types de roches et sols dans lesquels elle se déplace. Ce sont surtout des processus naturels qui affectent la qualité de l'eau. Par exemple, l'eau se déplaçant à travers des roches et sols souterrains pourra absorber des contaminants

naturels, même sans activité ou pollution humaine dans la zone. En plus de l'action de la nature, l'eau est aussi polluée par les activités humaines, comme la défécation en plein air, le déversement d'ordures, les mauvaises pratiques agricoles, et les rejets de produits chimiques sur les sites industriels. Même si l'eau est claire, cela ne veut pas forcément dire qu'il est sans danger pour nous de la boire. Il est important que nous jugions de la salubrité de l'eau en prenant en compte les trois qualités suivantes :

- 1- Microbiologique —bactéries, virus, protozoaires et vers
- 2- Chimique — minéraux, métaux et produits chimiques
- 3- Physique — température, couleur, odeur, goût et turbidité

Une eau de boisson salubre doit avoir les qualités microbiologique, chimique et physique suivantes :

- Sans agent pathogène
- Concentrations en produits chimiques toxiques faibles
- Claire Sans goût et sans couleur (pour des raisons esthétiques)

Lorsque l'on s'intéresse à la qualité de l'eau, dans la plupart des cas la contamination microbiologique est la principale préoccupation car elle est responsable de la plupart de maladies et morts liées à la consommation d'une eau insalubre.

CHAPITRE 02 :

ANALYSE DE QUALITE DE L'EAU DE BOISSON

01. Echantillonnage et Contrôle de la Qualité de l'Eau

- Déterminer la taille de l'échantillon .
- Choix de la méthode d'échantillonnage .
- Comment recueillir des échantillons d'eau .
- Comment transporter des échantillons d'eau .
- Assurer un contrôle de la qualité .

02. Analyse de Qualité de l'Eau de boisson

- Traitement physico-chimique :
 - Les analyses volumétriques et colorimétriques
 - les analyses physiques.
 - Spectrophotométrie.
- Analyse des Contaminants Microbiologiques.

03. Normes de qualité de l'eau potable

- Normes physico-chimiques
- Normes bactériologiques de l'eau potable

1. Echantillonnage et Contrôle de la Qualité de l'Eau [22]:

La section suivante traite du nombre d'échantillons d'eau nécessaires en fonction des besoins ; de la façon de recueillir et transporter les échantillons d'eau de différentes sources ; des différentes mesures à prendre pour assurer le contrôle de la qualité .

1.1. Déterminer la taille de l'échantillon :

Les directives suivantes peuvent vous aider à déterminer la taille de l'échantillon nécessaire pour de petits et grands projets.

A. Petits Projets (moins de 100 foyers)

La taille de l'échantillon dépend de l'objet de l'analyse de la qualité de l'eau.

- *Pour une analyse de tendance, 10 à 20% des foyers peuvent constituer un échantillon. Si les ressources sont disponibles, il est conseillé de tester tous les foyers dans le cadre d'un petit projet.*
- *Pour une analyse statistique, 30 unités au minimum sont nécessaires à la constitution d'un échantillon. Par exemple : 30 enfants dans une école, 30 filtres dans un village, 30 foyers dans une communauté.*

B. Grands Projets (plus de 100 foyers)

*La localisation géographique et la situation socio-économique doivent être prises en compte lors de la sélection de l'échantillon. Avant de déterminer la taille de l'échantillon, la région doit être divisée en plusieurs zones géographiques **ex** : hautes terres, basses terres, zones côtières.*

1.2. Choix de la méthode d'échantillonnage :

Il existe deux méthodes d'échantillonnage fondamentales : probabiliste et non probabiliste.

- *Echantillonnage probabiliste : chaque unité de la population a une chance (probabilité) égale d'être sélectionné dans l'échantillon.*
- *Echantillonnage non probabiliste : n'utilise pas une sélection aléatoire.*

1.3. Comment recueillir des échantillons d'eau :

Il est important de recueillir des échantillons d'eau dans les conditions normales de tous les jours, afin d'obtenir un échantillon représentatif. Les procédures adéquates pour la collecte d'échantillons doivent également être respectées. Les techniciens doivent être correctement formés car la façon dont les échantillons sont recueillis a un impact important sur les résultats des tests.

Les échantillons doivent être recueillis dans un verre borosilicate neutre, une bouteille ou un sachet en plastique ayant été nettoyé, rincé et stérilisé.



**Sachet à échantillon Whirl-pak
(120 à 720 ml)**



**Bouteilles à échantillon en plastique
(200 à 1500 ml)**

Figure II.1 : Sachet et Bouteilles à échantillon

100 ml est le volume minimum d'un échantillon afin d'obtenir des résultats fiables, notamment pour les analyses microbiologiques..

Chaque récipient à échantillon doit porter une étiquette. Celle-ci doit afficher des informations concernant :

- Le nom du projet
- La provenance de l'échantillon (ex: foyer, source)
- La description de l'échantillon (ex : arrivée d'eau, eau du seau de stockage)
- Un numéro d'identification
- La date et heure
- Le nom de la personne ayant recueilli l'échantillon
- Le test à effectuer (facultatif)

Il faut prendre garde à ne pas contaminer le récipient et l'échantillon d'eau. Les procédures générales pour la collecte d'échantillons d'eau potable sont les suivantes :

- Ne pas toucher l'intérieur du récipient à échantillon
- Ne pas rincer le récipient à échantillon
- Ne pas poser le couvercle du récipient sur le sol pendant que l'échantillon est recueilli
- Toujours étiqueter le récipient avant collecte de l'échantillon.

a) Échantillonnage d'une source d'eau de surface

Ne prenez pas d'échantillon trop près de la berge, trop loin du point d'approvisionnement, ou à un endroit au-dessus/en-dessous du point d'approvisionnement. La qualité de l'eau peut varier en fonction du moment de la journée ou de la saison. Il est important de prendre des échantillons à la même heure, et de noter les conditions climatiques au moment de la collecte.

Pour prendre un échantillon d'eau :

- Tenir le récipient fermement et le plonger dans l'eau, ouverture vers le bas.
- Immerger le récipient à environ 30 cm de profondeur, et remonter l'échantillon d'eau à la surface par un mouvement de pelletage. Cela garantit qu'aucune contamination extérieure n'entre dans le récipient.

- Remonter le récipient soigneusement et le placer sur une surface propre où il ne pourra être renversé.

Dans les zones où l'eau coule (ex : rivières et cours d'eau), l'échantillon doit être pris contre-courant.

b) Echantillonnage d'un puits ouvert

- Attacher le récipient à échantillon à un câble, une corde ou une ficelle.
- Descendre le récipient dans le puits ou la citerne, en prenant garde à ne pas lui faire toucher les parois où il pourrait ramasser de la saleté.
- Immerger le récipient à une profondeur d'environ 30cm. Le remonter à la surface avec précaution et le placer sur une surface propre.

c) Echantillonnage à une pompe

- Pomper l'eau en la laissant s'écouler pendant 5 à 10 minutes, ou jusqu'à ce que la température se soit stabilisée
- Prendre un échantillon d'eau avec le récipient

d) Echantillonnage d'un robinet

- Enlever tous les accessoires du robinet (ex : embout, tuyau)
- Nettoyer soigneusement l'intérieur et l'extérieur du robinet
- Ouvrir le robinet et laisser l'eau couler pendant 2-3 minutes avant de prendre un échantillon. Cela garantit que tout dépôt présent dans les tuyaux aura été évacué.
- Prendre un échantillon d'eau avec le récipient.

e) Echantillonnage d'un réservoir de stockage

• **Pré-Traitement**

Votre technique va aussi dépendre du type de réservoir de stockage. Si possible, descendre le récipient à échantillon dans le réservoir, en prenant garde à ce qu'il n'en touche pas les parois où il pourrait ramasser de la saleté. Immerger le récipient à environ 30cm de profondeur. Le remonter avec précaution et le placer sur une surface propre.

• **Post-Traitement**

Retirer avec précaution le couvercle (s'il y en a un) du réservoir stocké et verser de l'eau dans le récipient à échantillon. Ne pas prélever l'eau avec une louche ou une coupe utilisée dans le foyer car elle pourrait introduire une contamination non présente dans le réservoir de stockage.

1.4. Comment transporter des échantillons d'eau :

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.

En fin, les prélèvements sont placés aux froids dès leurs arrivés au laboratoire avant de commencer les analyses.

1.5. Assurer un contrôle de la qualité [22]:

La section suivante décrit les pratiques et actions que vous pouvez accomplir afin de garantir des résultats de tests précis et fiables.

Il existe deux types d'erreurs qui se produisent fréquemment durant les analyses de qualité de l'eau : aléatoire et systématique. Les erreurs aléatoires (souvent liées à la précision) sont dues à différentes sources non mesurables. Parmi ces sources potentielles d'erreurs aléatoires on peut trouver :

- *La variance indétectable dans les mesures individuelles utilisées pour la mesure globale, comme les valeurs de volume, masse et échelle.*
- *Les fluctuations dans l'intensité de la lumière, la température, l'humidité, l'alimentation électrique et les effets électromagnétiques*
- *La variance humaine*
- *La détérioration indétectable des ressources : humaine (vigilance/fatigue), matériel (étalonnage/standardisation) et produits chimiques (qualité)*

Les erreurs systématiques (souvent liées aux préjugés) proviennent de différents sources ou jugements de valeur mesurables qui peuvent être identifiés, réduits, voire éliminés dans certains cas. Les erreurs systématiques produisent habituellement une divergence (ou décalage) du résultat par rapport à la valeur réelle. Les sources d'une telle erreur peuvent être rattachées à la technique de mesure, comme une mauvaise formation des analystes ou un mauvais étalonnage du matériel.

Les principales stratégies pour réduire l'impact des erreurs aléatoires et systématiques sont :

- *Accroître la taille de l'échantillon —un échantillon plus grand livrera des estimations plus précises des paramètres de population.*
- *Réduire la variabilité des mesures en respectant de stricts protocoles de mesure, un meilleur matériel, ou des moyennes de mesures multiples.*
- *Améliorer les procédures d'échantillonnage —une méthode d'échantillonnage plus précise (ex : un échantillonnage aléatoire stratifié combiné aux techniques d'analyse appropriées permet souvent de réduire la variabilité d'échantillonnage par rapport à l'échantillonnage aléatoire simple)*
- *Utiliser des formulaires de contrôle de qualité de l'eau pour conserver le nom des échantillons et autres données.*

Peu importe que vous effectuiez des tests sur le terrain ou en laboratoire, un système de contrôle de la qualité doit être mis en place dès le stade de la planification afin délimiter les erreurs. Le système sera simplifié pour les tests sur le terrain, mais devra inclure un ensemble minimum de principes, pratiques et actions opératoires nécessaires à l'élimination ou la réduction des erreurs causées par le personnel, le matériel, les fournitures et la méthode analytique.

Un système de contrôle de la qualité doit normalement intégrer :

- *L'organisation et les responsabilités du personnel*
- *La documentation de toutes les politiques, procédures et méthodes pour les activités de laboratoire.*

- Une formation adéquate pour quiconque prélèvera des échantillons d'eau ou effectuera des tests (ex : Promoteurs de la Santé dans la Communauté, Fabricants de produits)
- Entretien du matériel, y compris l'étalonnage
- Assurance que les résultats seront clairement reportés.

2. Analyse de Qualité de l'Eau de boisson :

2.1. Traitement physico-chimique [23] :

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 complexa-métriques ou d'oxydoréductions...)

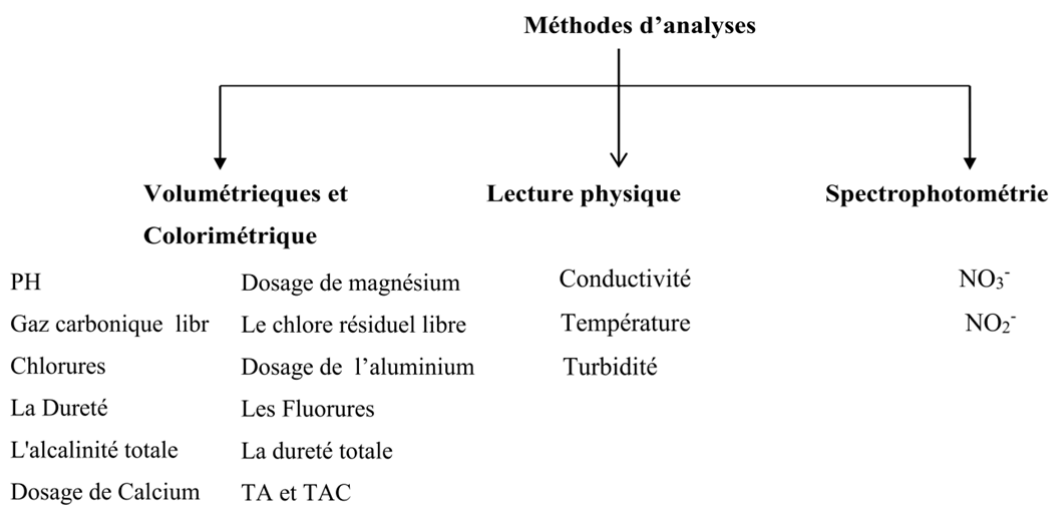


Figure II.2 : Méthodes d'analyses

2.1.1. Les analyses volumétriques et colorimétriques :

a- Gaz carbonique libre [23-24] :

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.

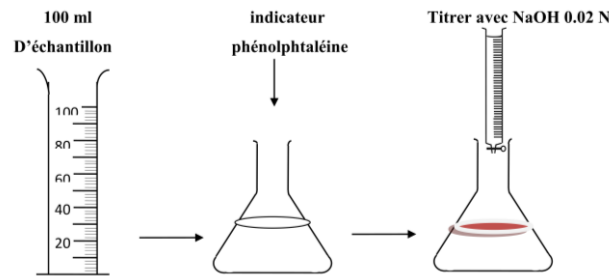
Le gaz carbonique contenu dans l'eau peut contribuer significativement la corrosion des structures métalliques et des matériaux à base de ciment (tubes de fibrociment) d'un système d'approvisionnement en eau et c'est pour cela quesa teneur doit être connue et contrôlée.

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

Figure II.3 : Fluxogramme de l'analyse de CO₂**b- Chlorures [23-24] :**

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 (Na Cl). 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 di chlore Cl₂. 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

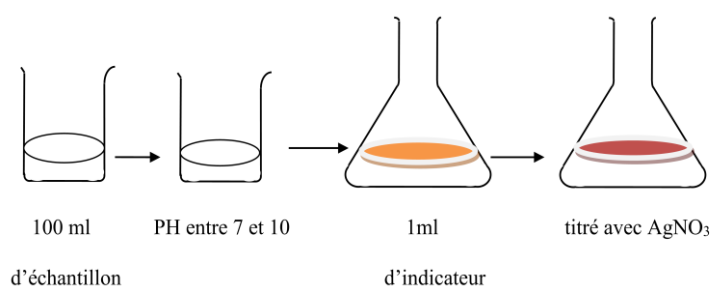


Figure II.4 : Fluxogramme de l'analyse de chlorures

c- La Dureté :

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur reliée à la sommedes concentrations en cations métalliques calcium, magnésium, aluminium, fer, etc... Présents dans l'eau, les deux premiers cations (Ca²⁺ et Mg²⁺) 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 [25]. Une eau à titre hydrotimétrie élevée est dit dure dans le cas contraire il s'agit d'une douce [23-24].

Pour l'usage domestique, on peut utiliser des eaux tirant jusqu'à 500 mg 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 éthylènedinitraceutique, sel dissodiquedihydraté) ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).
- Solution titre de l'EDTA a N/50.

➤ **Mode opératoire:**

- Préserver 10ml d'eau a 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 (soft V le volume en ml de l'EDTA verse).

d- L'alcalinité totale [23-24] :

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 :

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

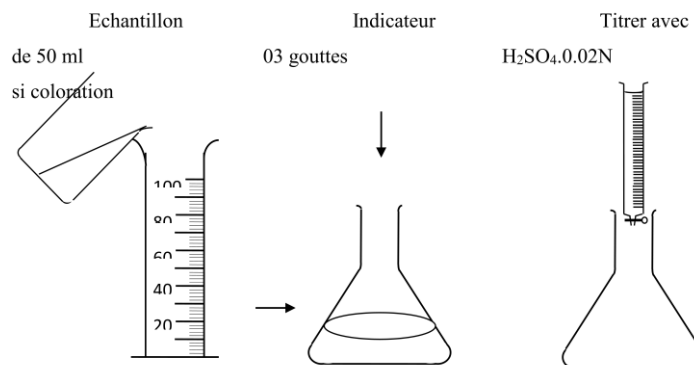


Figure II.5 : Fluxogramme de l'analyse

e- 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, en peut calculer le magnésium :

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

g- Le chlore résiduel libre [23-24] :

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.

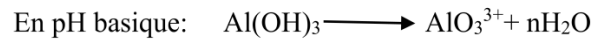
Il existe sur le marché différents types de comparateurs colorimétriques pour mesurer le chlore résiduel, le résultat est exprimé en mg/l de Chlore Résiduel Libre.

h- Dosage de l'aluminium [23-24] :

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 [23-24] :

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.

➤ **Méthode de détermination :** Titrage avec EDTA

➤ **Technique:**

- prendre 25 ml d'échantillon et le diluer avec 50 ml d'eau distillée dans un ballon volumétrique;
- placer dans un bécher de 100 ml et ajouter 1 à 2 ml de la solution tampon pour augmenter le pH à $10 \pm 0,1$;
- placer dans un flacon Erlenmeyer de 250 ml et ajouter environ 0,05 grammes de l'Indicateur noir urochrome T;

- titrier 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);
- noter le volume d'EDTA utilisé (ml);
- faire un essai blanc avec de l'eau distillée;
- 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:**

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

k-TA et TAC :

➤ **Le titre alcalimétrique (TA) :**

D'une eau permet de connaître sa concentration en carbonates (CO_3^{2-}) et en bases fortes, autrement dit son alcalinité.

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

Pour prendre également en compte les ions bicarbonates (HCO_3^-), 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 phénolphthaléine (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).

Titrer l'échantillon avec la solution HCL jusqu'au virage rose orangé (noter VHCL).

➤ **Expression des résultats :**

TA=0 °f (car il n'y a pas eu de coloration, PH<8,3)

2.1.2.les analyses physiques :

a- Le pH de l'eau [23-24]:

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 à 20 °C.
- Plonger l'électrode dans l'eau à analyser.
- Laissons stabiliser l'électrode pendant quelque seconde.

➤ **La lecture:**

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

b- Temperature [23-24] :

➤ **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.



Figure II.6 : photo représente l'Appareil de pH Meter / mV & Temperature Meter

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 (Néphélogétrie Turbidité Unit) On utilise un turbidimètre plus précis que les yeux pour déterminer le trouble de l'eau.



Figure II.7: 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.

2.1.3. 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.



Figure II.8: photo représente l'Appareil de spectrométrie.

2.2. Analyse des Contaminants Microbiologiques [23]

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

2.2.1. Directives de l'OMS pour les Contaminants Microbiologiques [22]:

Les Directives de l'OMS pour la Qualité de l'Eau potable précisent que l'eau destinée à être bue ne doit contenir aucune contamination fécale dans tout échantillon de 100 ml.

Cependant, de nombreux pays ont développé leurs propres normes de qualité de l'eau, qui peuvent différer des Directives de l'OMS. Par exemple, le Népal a développé en 2007 des normes nationales de qualité pour l'eau potable indiquant que le taux de coliformes totaux doit être nul dans au moins 95% des cas.

Le tableau suivant indique le risque de contamination fécale de l'eau potable en prenant l'*Escherichia coli* (également appelée *E. coli*) comme indicateur. De nombreuses organisations humanitaires utilisent également ces valeurs pour déterminer la nécessité du traitement de l'eau dans les situations d'urgence (adapté de Médecins Sans Frontières, 1994).

Tableau II.1: Risque associé à la contamination fécale de l'eau de boisson

Niveau de <i>E. coli</i> (CFU/échantillon de 100mL)		Risque ¹	Action recommandée ²
Unités formatrices de colonies	0-10	Qualité raisonnable	L'eau peut être consommée telle quelle
	11-100	Polluée	Traiter si possible, mais peut être consommée telle quelle
	101-1 000	Dangereuse	Doit être traitée
	>1000	Très Dangereuse	À Rejeter ou à traiter intensivement

2.2.2. 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.

2.2.3. 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 [26].

➤ **Mode opératoire :**

A partir de l'eau à analyser, porter 2 fois 1 ml dans deux boites de Pétri vide 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).

- porter 1ml d'eau analyser dans la boite de pétri.
- compléter la boite de pétri avec Environ 15 ml de gélose TGEA.

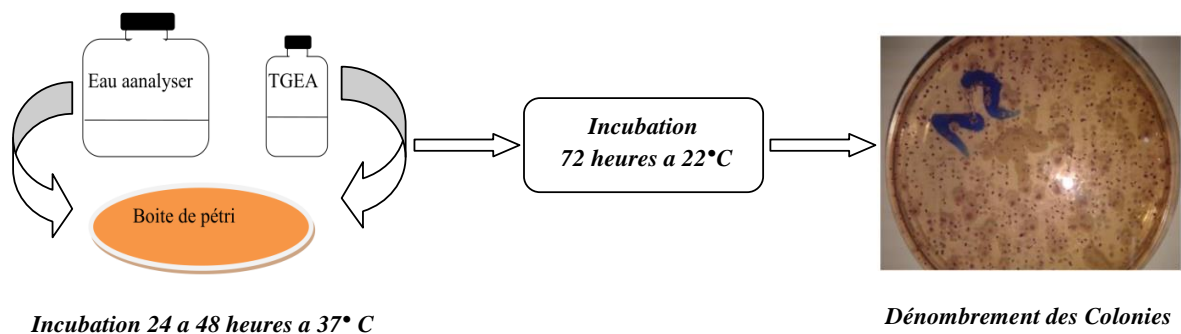


Figure II.9: recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau potable.

3. Normes de qualité de l'eau potable :

3.1. 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 est 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 :

Tableau II-3 : Normes Et Recommandation Pour La Qualité Bactériologique L'eau potable [27]

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

3.2. 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.

Tableau II-3 : Paramètres avec valeurs indicatives
(Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 22 mars 2011)

Groupe de Parametre	Paramètres	Valeurs indicatives	Unités
Paramètres physico- chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	PH	≥ 6.5 et ≤ 9.5	Unité pH
	Conductivité	2800	$\mu S/cm$ à 20 °C
	Température	25	°C
	Dureté	200	mg/l en CaCO ₃
	Alcalinité	500	
	Calcium	200	
	Chlorures	500	mg/l
	Potassium	12	
	Résidu sec	1500	
	Sodium	200	
	Sulfates	400	
	TDS	500/1500	
	Sal	2	%
	T.A	-	°f
	T.A.C	60	
T.H	50		
Paramètres organoleptiques	Couleur	15	mg/l Platine 1
	Turbidité	5	NTU
	Odeur 12°C	4	Taux dilution
	Saveur 25°C	4	

CHAPITRE 03 :

ÉTUDE ET ANALYSE DES PROPRIETES DE L'EAU POTABLE AU SEIN DE L'ADE

01. Aperçu général sur Entreprise ou la société.

- *Présentation de L'ADE*
- *Présentation de l'organisme d'accueil*

02. Méthodologie et résultat de l'étude

- *Procédés de traitement des eaux brutes*
- *Essai de coagulation (Jar-Test)*
- *Résultats et discussions:*
 - *Le Contrôle des analyses physico-chimiques .*
 - *Les analyses bactériologiques .*
 - *Discussion générale .*

1. Aperçu général sur Entreprise ou la société [23]

1.1. Présentation de L'ADE

a. 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 Moharrem 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.

b. 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 quant à cette ressource qui tend à se raréfier.

1.2. Présentation de l'organisme d'accueil

a. Historique et missions de la station de traitement de la Chiffa (Médéa)

La station de traitement de la Chiffa été bâtie entre 1973 et 1975 par la compagnie européenne de traitement de l'eau (CTE). Située à mi-chemin entre les villes de Médéa et Blida, à l'intérieur du périmètre du parc national de Chréa, qui compte plus de 105 cours d'eau, dont les plus importants sont ceux d'El Merdja, El Djir, Tamezguida, et Médéa. Cette station traite les eaux brutes en provenance de ces 4 cours d'eaux pour être pompées, ensuite, vers la ville de Médéa.

Au début, la chaîne comportait deux prises d'eau (Oued El Merdja et Oued Chiffa), puis elle a été renforcée en 1980, par une troisième source d'Oued El Djir pour combler le déficit en eau brute en période d'étiage. A partir de 1983, la chaîne Chiffa alimentait uniquement la ville de Médéa puisque la ville de Berrouaghia avait bénéficié du projet de la chaîne d'adduction à partir du barrage Ghrib.

Le dimensionnement de la station de traitement a été basé sur l'étude effectuée par la CTE durant trimestres et qui portaient sur certains paramètres de la qualité de différentes eaux brutes tels que, la température, le pH, la conductivité, la matière solide, la dureté, l'alcalinité, etc., ainsi que d'autres paramètres hydrauliques tels que les débits des oueds en période d'étiage et les apports de chaque oued pour avoir la qualité d'eau brute souhaitable.

En ce qui concerne oued Tamezguida, qui prend naissance sur les monts de Tamezguida et Dhaia, et qui passe par le village qui porte le même nom, les pouvoirs publics ont mis en place une STEP juste en aval de cette localité pour tenter de maîtriser la pollution qui s'accroît de plus en plus.

Les deux autres cours d'eau, qui sont Oued El Merdja et Oued El Djir, sont situées au cœur du parc national de Chréa, ont été  pargn es par la pollution vu leurs éloignements des zones urbaines et la géographie montagnaise. Ces eaux brutes sont d'une qualité excellente, et leurs contributions sont plus que valoris es dans l'équation de la production des eaux potables de la station Chiffa.

Les eaux trait es par la station Chiffa sont pomp es via 2 autres stations de pompage, la station de pompage n 02 et la station de pompage n 03, avant qu'elles soient admises au niveau du réservoir tampon (d'une capacité de 10 000 m³)   Merdjechkir sur les hauteurs de Médéa. Ces eaux sont m lang es à celles trait es et pomp es par la station de Ghrib, avant qu'elles soient distribu es aux consommateurs.

b. Organisation de la station de traitement

La station de traitement des eaux potables de la Chiffa, a été install e pour fournir de l'eau potable aux consommateurs de la ville de Médéa. Avec ces 10 300 m³/j initialement conçus, elle représente le deuxième poumon producteur d'eau potable de la ville de Médéa après celui du Barrage Ghrib (production 28 000 m³/jour).

Au fil du temps, la station Chiffa a beaucoup perdu de ces performances de traitement et de pompage, en raison de sa vétusté. Cette situation a eu des conséquences directes, sur la diminution des capacités de pompage, et sur le prix d'exploitation de ce produit, qui devient de plus en plus cher. Ajoutant à cela la demande croissante en eau potable, démographie et modernité exigent, les autorités du pays ont pris conscience sur l'enjeu que représente l'eau sur l'avenir de notre pays et de notre société.

En ce qui concerne la ville de Médéa, un projet de réhabilitation et de requalification des deux usines de production d'eau existantes est en cours actuellement pour faire augmenter la capacité de pompage jusqu'à 15 000 m³ /J, pour la station Chiffa, et jusqu'à 46 000 m³ /J pour la station Ghrib.

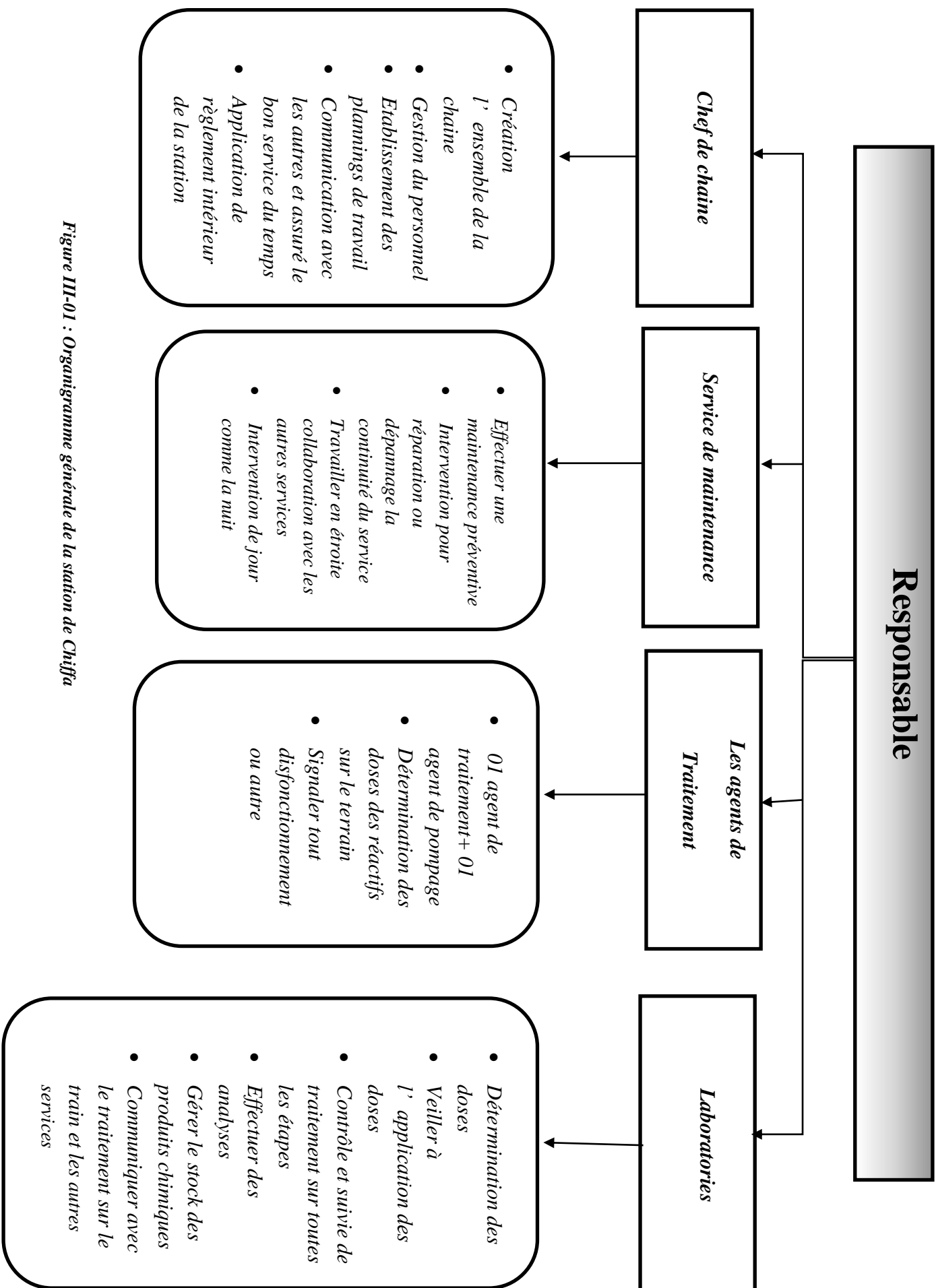


Figure III-01 : Organigramme générale de la station de Chiffa

2. Méthodologie et résultat de l'étude [23]

2.1. 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

Dans la station de Chiffa, le traitement est assuré par une succession de procédés. Dans cette figure on a présenté les différentes étapes de traitement :

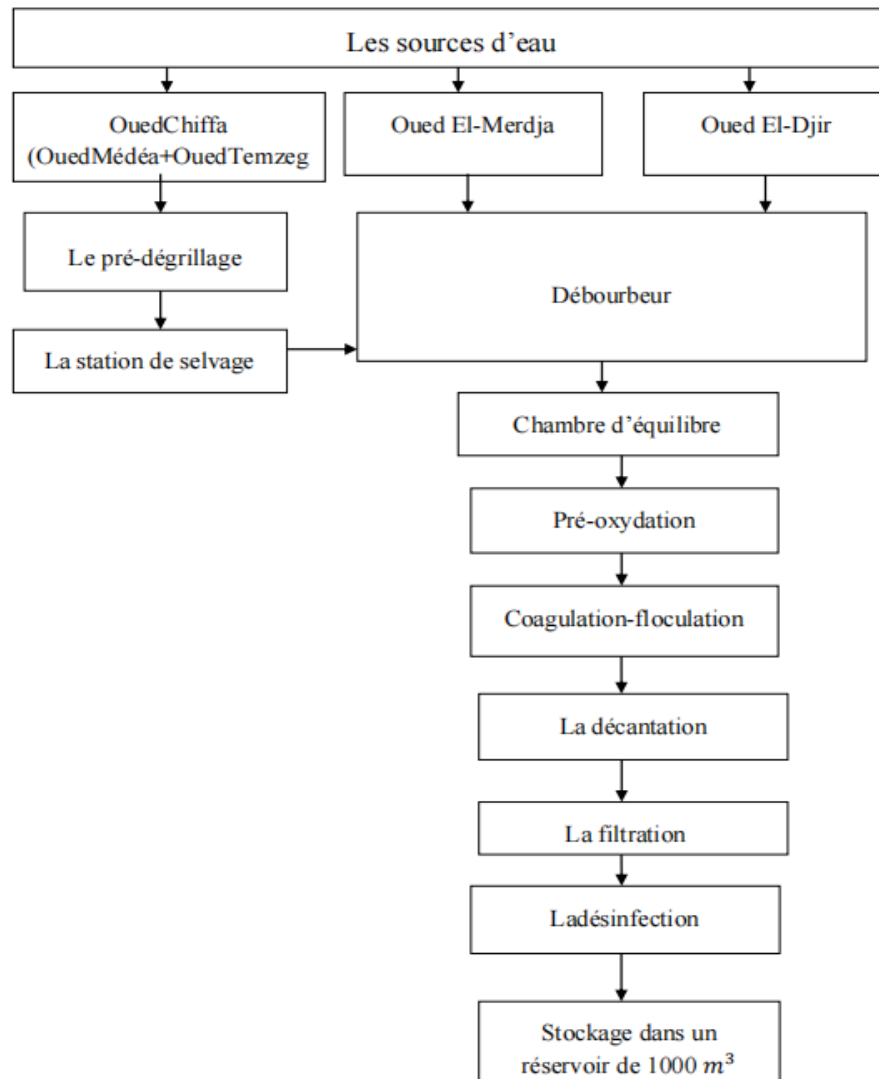


Figure III-02 : Les différentes étapes de traitement de station de Chiffa

a. Le pré- dégrillage

Il est installé pour les eaux des oueds Médéa et Temzguida. Ce dégrillage est constitué d'une grille de diamètre compris entre 10 mm à 15 mm (dégrilleur moyenne), de position incliné, placé à l'entrée de la station



Figure III-03 : Dégrilleur moyenne à l'entrée de la station

b. La chambre de relevage

La pente du terrain ne permet pas un écoulement gravitaire de l'eau jusqu'à la station de traitement, donc ils ont fait une station de relevage pour faire remonter l'eau d'oued Médéa et oued Temzguida au niveau de la station de traitement.

Cette chambre de relevage comprend :

- Trois pompes submersibles en parallèles et une vanne clapée placée avant ces pompes
- Une bache qui est une chambre en béton comme un espace de stockage pour l'eau et qui est mis en œuvre de plusieurs façons, selon la nature du sol et niveau d'eau de surface.
- Regard d'entrée : est une pièce avec un porte de contrôle sur le tuyau d'entrée pour contrôler le débit d'eau de la station ;
- Chaine de levage : est une chaine en acier inoxydable, l'une des extrémités est installée dans la pompe et l'autre à côté de l'ouverture pour soulever et de décharger la pompe pendant l'entretien



Figure III-04 : Chambre de relevage

c. Les déboueurs

Ce procédé contient quatre bassins identiques, chaque bassin est relié à trois vannes de vidange, une vanne d'isolement (vanne radeau) et une vanne de sortie (totale 5 vannes).

Ces bassins sont dimensionnés de telle sorte que le temps de séjour de l'effluent soit d'une heure. Et le cycle complet permet d'éliminer 70% des boues lorsque l'eau atteint la charge des 20 g/L. La capacité d'un seul bassin est de 540 m³.

Le principe de fonctionnement de ces bassins de débouillage est comme suite :

- Le premier bassin est en remplissage, on doit fermer la vanne de sortie et les vannes de vidange et on ouvre la vanne d'isolement (la vanne rideau) ;
- Le deuxième bassin est en mode de lavage, la vanne d'isolement et la vanne de sortie sont fermées et les vannes de vidange sont ouvertes ;
- Le troisième bassin est en service, il faut fermer les vannes de vidange et la vanne rideau;
- Et le quatrième bassin est en mode de décantation, donc il faut fermer les vannes de vidange, la vanne d'isolement et la vanne de sortie et on laisse l'eau se décante pendant une heure.

L'eau débouillée est prise en surface à l'aide d'un tuyau perforé supporté par un flotteur, puis refoulée par une conduite ($D= 500 \text{ mm}$) vers la tour d'équilibre.



Figure III-05 : Les bassins de débouillage

d. Bloc hydraulique

❖ Tour d'équilibre de la coagulation

L'eau arrive gravitairement du débouillage en vidange sous une charge variable, d'où la nécessité de régler le débit par une vanne cylindrique de régularisation.

❖ Chambre d'injection de réactif de vanne cylindrique

La vanne cylindrique permet de maintenir le niveau d'eau constant à l'entrée des décanteurs malgré les variations de la charge dues à la vidange du débouillage.

Les réactifs de coagulation et pré-chloration sont injectés dans cette chambre. L'eau brute plus les réactifs est ensuite canalisée vers les flocculateurs.



Figure III-06 : La chambre d'équilibre et la vanne cylindrique

e. Les flocculateurs

La station est pourvue de deux flocculateurs (figure 10) dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Longueur : 11,20 m , Largeur : 7,60m , Profondeur : 2,25m
- Temps de contact au débit de 120 l/s : 20 min



Figure III-07 : Les bassins de flocculation

f. Les décanteurs

Après la flocculation l'eau passe dans deux bassins de décantation dont les leurs dimensions sont :

- Longueur : 31 m , Largeur : 7,75 m
- Le temps de séjour : 2 h

Dans cette station le type de décanteur utilisé est le décanteur à flux horizontal qui est caractérisé par :

- Un débit d'eau : $Q = 120 \text{ l/s}$
- Une surface : $S = 240,25 \text{ m}^2$



Figure III-08 : Les décanteurs

g. Les filtres à sable

Après la décantation l'eau passe dans un filtre à sable. Ce filtre est un filtre rapide en mode ouvert, constitué d'un bassin rectangulaire en béton armé et divisé en trois lits horizontaux identiques. Le matériau filtrant, qui est le sable, est déposé sur des faux planchers pour constituer un lit dont l'épaisseur est de l'ordre de 1 m (de 0,70 à 1,20m)

Chaque filtre est caractérisé par :

- Longueur : 3,60 m , Largeur : 8 m
- Un débit d'eau : $Q = 40 \text{ l/s}$
- Une surface: $S = 28,8 \text{ m}^2$

Le nettoyage du filtre se fait par détassage (injection d'aire à contre-courant), lavage à contre-courant simultanée d'aire et d'eau, rinçage par injection d'eau seul.



Figure III-09 : Le bassin de filtration.

h. Désinfection

La désinfection est assurée par le système de chloration en utilisant chlore liquide. Avant l'injection de la chloration à l'eau traitée, on détermine la dose optimale du chlore résiduel dans laboratoire (1gde Chlore consommé par m^3 d'eau).

2.2.Essai de coagulation (Jar-Test) :

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.

a. Etapes du test de coagulation :

- Effectuer l'analyse de l'échantillon de l'eau brut : couleur, pH, turbidité et alcalinité totale ainsi que la prise de température.
- Découvrir le pH optimal de floculation.
- Vérifier le faible dosage du coagulant dans le pH optimal.
- Observer la vitesse de sédimentation des flocons.
- Analyser les particules surnageant en vérifiant principalement la couleur et la turbidité.

b. Matériel nécessaire:

- un bécher 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 III-10 : Représentation de l'appareil de jar test.

2.3. Résultats et discussions

Première partie

2.3.1. 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.

2.3.2. 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 aux froids dès leurs arrivés au laboratoire avant de commencer les analyses.

2.3.3. Le Contrôle 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 suivant :

Tableau III.1: Paramètres mesurés et appareillages.

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	
TDS (taux de salinité)	mg/l	
Turbidité	UTU	Turbidimètre de marque HACH

➤ Résultats physiques :

Tableau III.2: Les résultats des analyses physiques effectuées à la station chaque jour.

Par Echantillon		T °C	PH	Cond (µs/cm)	Turbidité (NTU)	TDS (mg/L)
15/03/2022	Eau brute	20	8.21	909	5.7	708
	Eau traitée	20	8.1	940	0.886	707

En observant ces valeurs :

- on peut conclure que le traitement n'a aucun effet sur la température.
- le pH diminue toujours après le traitement pour la station, de la valeur 8.21 à la valeur 8.1, 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.
- Les valeurs de conductivité légèrement supérieures pour l'eau brute comparé à l'eau traitée, elles se situent entre 909- 940 µS/cm ce qui nous indique qu'elles sont dans les normes de potabilité qui est de l'ordre de 2000µS/cm.
- Les valeurs de TDS restent dans les normes (500-1500mg/l) ;elles varient de 707 jusqu'à atteindre 708 mg/l que ce soit pour l'eau brute ou l'eau traitée.
- Nous observons des valeurs de la turbidité pour l'eau brute de 5.7 NTU, 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 a fonctionné et que grâce à ce dernier nous nous sommes débarrassés de toutes les matières en suspension.

➤ Résultats chimiques :

Tableau III.3: Résultats des analyses chimiques

Paramètres	Eau brute	Eau traité
TA	/	/
TH	4.80	5.00
TAC	229	215
Ca^{2+}	120.24	124.45
Cl^-	49.7	42.6
Mg^{2+}	43.74	46.17
HCO_3^-	274.5	262.3
NO_2^-	0.062	0.005
NO_3^-	/	/
K^+	2.3	2.6
Na^+	32	33
Mo	0.48	0
NH_4^+	0.04	0
SO_4^{2-}	198	276
Al^{3+}	0.005	0.006
PO_4^{2-}	0.01	0.007

- Ce Tableau représente les valeurs de TH, TAC et Mg^{2+} pour l'eau brute, l'eau traitée provenant de la station ,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 deux 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 (HCO_3^-), des carbonates (CO_3^{2-}) ainsi que des hydroxydes (OH^-), néanmoins généralement les eaux naturelles ne contiennent presque pas de (CO_3^{2-}) et de OH^- ; nous observons sur ce Tableau que les valeurs sont les mêmes dans les deux cas ,nous concluons que l'eau est peu calcaire.
- Concernant le dosage de Mg^{2+} nous observons qu'elle est dans les normes dans les deux cas avec une valeur supérieure pour l'eau traité
- les valeurs de HCO_3^- et Cl^- dans les deux cas et sont dans les normes.
- Nous observons l'inexistence de valeur de NO_3^- et une valeur inférieure à 1 pour les NO_2^- que ce soit pour l'eau brute ou bien l'eau de la station, ces deux substances sont nocives pour la santé donc leur analyse est primordiale pour affirmer de la potabilité de l'eau.

2.3.4. 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 sulfite - réducteur, les salmonelles et les vibrios 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 mésophylles, des clostridium, des levures et des moisissures.

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

Tableau III.4 :Résultats des analyses bactériologiques de l'eau (brute + traitée) durant la période de stage

Eau a analysé	Date de prélèvement (2022)	Coliformes Totaux	Coliformes fécaux	Streptocoques fécaux	Clostridium	Mésophile 22 C°	Mésophile 37 C°
Eau brute	17/03	240	20	ABS	/	/	18
Eau traité	17/03	ABS	ABS	ABS	/	/	ABS

- 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.

2.3.5. 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 = 0.70 qui est indispensable à l'organisme et n'est pas corrosif, ni agressif, ni entartant pour les canalisations avec un PH = 8 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 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.

Tableau III.5 : Résultats physiques de l'eau traitée avec des marques de Nestlé, Lalla Khadîdja, Saida.

Les paramètres physiques	Eau traité	Nestlé	Lalla Khadîdja	Saida
Conductivité $\mu\text{s/cm}$	940	473	298	1098
Turbidité	0.886	0.093	0.37	0.093
TH	5	2.34	1.51	4.05

- Nous observons sur ce Tableau des valeurs extrêmement faibles de la turbidité pour les 3 eaux minérales comparé à l'eau traitée dont sa valeur avoisine les 0.886 UTU, cette valeur élevée mais dans les normes indique la présence dans l'eau de particules en suspension minérales ou organiques, vivantes ou détritiques.
- Ce Tableau nous indique le taux du TH pour les différentes eaux nous voyons que les valeurs sont faibles les eaux de marque l'alla Khadîdja pour Saida elle avoisine la valeur de 4°f et pour l'eau traitée elle atteint la valeur de 5°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.
- Nous observons sur ce Tableau que les valeurs de la conductivité pour l'alla Khadîdja et Nestlé sont inférieures à 500 $\mu\text{s/cm}$ par contre pour l'eau minérale Saida elle est de 1098 $\mu\text{s/cm}$ pour atteindre une valeur de 940 $\mu\text{s/cm}$ 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 Spectrophotométrie que pour l'eau traitée et les différentes eaux minérales.

Tableau III.6 : comparaison des résultats de spectrophotométrie de l'eau traitée avec les marques Nestlé, L'alla Khadîdja et Saida.

	<i>Eau traité</i>	<i>Nestlé</i>	<i>L'alla Khadîdja</i>	<i>Saida</i>
<i>NO₃⁻ mg/l</i>	/	8	0.42	15
<i>NO₂⁻ mg/l</i>	0.005	0	0	0

- 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 L'alla Khadîdja 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

Même si l'eau est claire, cela ne veut pas forcément dire qu'il est sans danger pour nous de la boire. Il est important que nous jugions de la salubrité de l'eau en prenant en compte les trois qualités suivantes :

- 1. Microbiologique — bactéries, virus, protozoaires et vers*
- 2. Chimique — minéraux, métaux et produits chimiques*
- 3. Physique — température, couleur, odeur, goût et turbidité*

Une eau de boisson salubre doit avoir les qualités microbiologique, chimique et physique suivantes :

- Sans agent pathogène*
- Concentrations en produits chimiques toxiques faibles*
- Claire*
- Sans goût et sans couleur (pour des raisons esthétiques)*

Lorsque l'on s'intéresse à la qualité de l'eau, dans la plupart des cas la contamination microbiologique est la principale préoccupation car elle est responsable de la plupart de maladies et morts liées à la consommation d'une eau insalubre.

*L'organisme de l'ADE (**Algérienne Des Eaux**) est responsable à la réglementation et du suivi de l'eau tout au long du traitement jusqu'à son arrivée dans nos localisations (**Médéa**).*

nous avons fait correctement des analyses physico-chimiques et microbiologique au niveau de l'laboratoire dans L'organisme de l'ADE ,aussi nous avons fait un comparatif avec différentes eaux minérales et étude globale sur les étapes de traitement des eaux et nous avons découvert tous les problèmes existants dans chaque étape.

D'après nos analyses personnelles physico-chimiques et bactériologiques dans cet organisme, on trouve que l'eau distribué est conforme à la réglementation de l'OMS. Donc cette eau est de bonne qualité est sans danger pour le consommateur même en ayant des taux de sels minéraux ou de turbidité plus élevés que les eaux du commerces.

Les références

- [1] M. Yamadou KANOUTE, *Evaluation de la qualité de l'eau de boisson à Mopti et Sévaré, Thèse Docteur en Pharmacie, BAMAKO- MALI, 2019.*
- [2] N'DIAYE A. *Etude bacteriologique des eaux de boissons vendues en sachet dans quatre commune d'Abidjan. [Bamko/Mali]: FMPOS / Thèse Pharmacie; 2008.*
- [3] OMS. OMS/EAU [Internet]. 2017 nov [cité 8 nov 2017]. Disponible sur: <https://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/fr/>
- [4] DAOU D. *Eau et Santé de l'homme au Mali [Thèse]. [Bamko/Mali]: FMPOS; 2004.*
- [5] Mérouane BOUCHEMAL ,A.Charafeddine HAMMOUDI, *Analyse de la qualité des eaux de la station de traitement de Hammam Debegh, Master II en Hydraulique, Membre du Jury : Mr. M. DJEDDOU MCB - Mr. F SEKIOU MCA -Mme. R. DAOUD MAA, Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi ,Faculté des Sciences et Sciences appliquées ,Département d'Hydraulique ,Master II en Hydraulique ,Option : Hydraulique Urbaine.*
- [6] CARDOT Claude. *Génie de l'environnement : les traitements de l'eau. Paris, 1999, P : 9.*
- [7] DEGREMONT. *Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome 1, 1989, P : 5, 24,25*
- [8] BOEGLIN Jean-claude. *Propriétés des eaux naturelles. Technique de l'ingénieur, traité environnement, G1 110.*
- [9] DJEMMAL S. (2008-2009), *Les Ressources en Eau et L'environnement, l'effet de la sebkha sur la qualité des eaux Souterraines dans la partie sud-est de Sétif Cas du Guidjal, Université de Constantine, Algérie*
- [10] MARCEL Dore. *Chimie des oxydants et traitement des eaux. L'université de Poitiers (E.S.I.P), p : 2,3*
- [11] C.R.A.A.G. (Centre de Recherches Astronomiques et Géophysiques Algérien) (2004). *Etude Géophysique Par Gravimétrie De La Région D'Oued Zénati, Guelma. Rapport Interne p42.*
- [12] EMSALEM R. (1986). *Climatologie Générale. Edition. I.P.E.N.A.G. Tome 1, p198.*
- [13] BOUZIANI M. (2000), *L'eau de la pénurie aux maladies, Editions IBN- KHALDOUN, Algérie.*

- [14] BLIEFRT Claus. PERRAUD Robert. *Chimie de l'environnement : air, eau, sols, déchets*. p : 271,290, 291.
- [15] FRANCK Rejsek. *Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques, lycée de borda*.
- [16] ADE 2005.
- [17] Algéo (Alger Géophysique) (1997). *Etude Géophysique Dans La Plaine De Guelma. Rapport Interne, 28 p.*
- [18] BLIEFRT Claus. PERRAUD Robert. *Chimie de l'environnement : air, eau, sols, déchets*. p : 271,290, 291.
- [19] BENSACI T. (2006). *Détermination De la Qualité Physico-chimique Et Bactériologiques Des Eaux De Surface: Cas du Barrage Timgad (W. d'Oum El Bouaghi). Mémoire de Magister, Centre Université Larbi Ben M'hidi, Oum El-Bouaghi. P 98.*
- [20] DAJOZ R. (2000). *Précis D'Ecologie: Cours Et Exercices Résolus, 7 ième édition. Dunod, Paris, P 613.*
- [21] KIRATI B. et BRAHMIA N. (2006). *Impact Des Eaux D'irrigation Sur Les Eaux Souterraines De La Plaine Alluviale De Guelma. Mémoire D'Ingéniorat En Hydrogéologie, Université Badji Mokhtar ,Annaba, p 113.*
- [22] CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.
- [23] BENAOUA ABED. *Étude et analyse des propriétés de l'eau potable au sein de l'ADE. Mémoire Présenté pour obtenir le diplôme de MASTER 2 EN CHIMIE. Encadré par : Mme. Rahmani .M. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem Faculté Des Sciences Exactes Et De L'informatique Département de Chimie. 2015/2016*
- [24] *Manuel pratique d'analyse de l'eau, 4 eme édition, 46-68 p; (2013).*
- [25] GUILBERT. L, *Chimie Dans La Buanderie, Projets d'Intégration des Sciences et des Technologies en Enseignement au Secondaire, 2000, p 21.*
- [26] RODIER. J, *Analyse De L'eau (Eau Naturelles, Eaux Résiduaire, Eau De Mer), 8ème Edition, paris, 1996, 1260 p.*
- [27] BERNE. F, *Les traitements des eaux dans l'industrie pétrolière, Édition TECHNIP, 1972, 207 p.*

La chose la plus importante dans la mémoire

L'eau de boisson est l'eau utilisée pour la consommation humaine. C'est l'eau destinée à être bue pour se désaltérer. Sa principale qualité est d'être potable, c'est-à-dire exempte de germes pathogènes et d'organismes parasites.

En 2010, l'assemblée générale des Nations Unies a reconnu explicitement le droit à l'eau potable comme un droit de l'Homme. Chacun a le droit à un accès suffisant, continu, sûr, acceptable et abordable à de l'eau pour son usage personnel et domestique.

L'eau contaminée entraînent la transmission de maladies comme le choléra, la diarrhée, la dysenterie, l'hépatite A, la fièvre typhoïde et la poliomyélite. Le principal objectif de cette étude est Contrôle qualité de l'eau de boisson, et de donner un aperçu sur les normes de qualité des eaux de consommation

Outre l'introduction et la conclusion générale, notre travail s'articule autour de Trois chapitres dont :

- Le premier chapitre est consacré à rappeler quelque généralité sur les propriétés de l'eau (physiques, chimiques, biologiques, etc.) potable*
- Dans le second chapitre nous citerons toutes les méthodes d'analyse ainsi que les procédés de prétraitement de l'eau.*
- Le 3eme 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.*

Il est important que nous jugions de la salubrité de l'eau en prenant en compte les trois qualités suivantes :

- 1. Microbiologique —bactéries, virus, protozoaires et vers*
- 2. Chimique — minéraux, métaux et produits chimiques*
- 3. Physique — température, couleur, odeur, goût et turbidité*

Une eau de boisson salubre doit avoir les qualités microbiologique, chimique et physique suivantes :

- Sans agent pathogène*
- Concentrations en produits chimiques toxiques faibles*
- Claire*
- Sans goût et sans couleur (pour des raisons esthétiques)*

Lorsque l'on s'intéresse à la qualité de l'eau, dans la plupart des cas la contamination microbiologique est la principale préoccupation car elle est responsable de la plupart de maladies et morts liées à la consommation d'une eau insalubre.

*L'organisme de l'ADE (**Algérienne Des Eaux**) est responsable à la réglementation et du suivi de l'eau tout au long du traitement jusqu'à son arrivée dans nos localisations (**Médéa**).*

Nous avons fait correctement des analyses physico-chimiques et microbiologique au niveau de l'organisme de l'ADE , aussi nous avons fait un comparatif avec différentes eaux minérales et étude globale sur les étapes de traitement des eaux et nous avons découvert tous les problèmes existants dans chaque étape.