

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : Sciences de l'ingénierat

Département : Hydraulique

Domaine : Sciences et technologie

Filière : Hydraulique

Spécialité : Hydraulique urbaine

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

Suivi et Contrôle de la qualité d'eau traitée de la station de traitement « Chaiba-Annaba »

Présenté par : *Djeribi Chaima*

Talhi Hanen

Encadrant : *Hammar Yahia*

Professeur

U. Annaba

Jury de Soutenance :

Hammar Yahia	Professeur	Université Annaba	Président/Encadrant
Kherfane Wahida	M.C.B	Université Annaba	Examineur
Djedaoune Amel	M.C.B	Université Annaba	Examineur

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciements



En premier lieu, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté, le courage et la patience pour réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier profondément notre encadreur « Professeur HAMMAR YAHIA » d'avoir accepté de diriger ce travail et pour son suivi, son aide et ses précieux conseils durant le déroulement de ce travail.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance.

Nos vifs remerciements à tous les enseignants du département d'hydraulique.

Nous remercions également le personnel du laboratoire de l'Algérienne des eaux en particulier Mr. MEHAMDI.A.N et à l'ensemble des employés de la station de traitement Chaiba – Annaba- pour leur disponibilité.

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





Dédicace

Je rends grâce à Dieu de m'avoir donné le courage et la volonté ainsi que la conscience d'avoir pour terminer mes études.

En signe de respect et de reconnaissance, je dédie ce modeste travail à :

A mes parents les plus chers au monde qui m'ont tout donné, encouragent, soutiens et surtout amour, que dieu le tout puissant les protègent.

À ma chère sœur SOUNDES.

A mes amis proches pour leurs amours et leurs encouragements.

Sans oublier mon binôme Hanen, qui ensemble nous avons traversé toutes les difficultés pour effectuer ce travail.

Et au corps professoral de mon département et tous mes camarades de promotion 2020 de la spécialité « Hydraulique Urbaine ».



Chaima



Dédicace

Je dédie ce modeste travail

*A mes parents surtout ma mère et mon très cher père qui m'ont inspiré
protéger qui m'ont bien aimée voir en ce jour cueillir le fruit de leurs sacrifices
et leur éducation envers moi*

*A ma sœur et mon frère qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces
années d'études.*

*Une spéciale dédicace à une personne qui compte beaucoup pour moi. Ma
copine mon seconde moitié " Djeribi Chaima" merci pour votre soutien et
votre fidélité tout au long de nos années académiques et universitaires ainsi
que toute sa famille*

*Ces dédicaces vont aussi de manière chaleureuse et amicale à l'endroit de tous
mes amis et mes enseignants de département de l'hydraulique.*



Hanen

Résumé

Le rendement de la station de traitement des eaux de Chaiba, Annaba est constamment en baisse malgré une réhabilitation récente. Cette réhabilitation n'a pas donné les résultats escomptés durant toutes ces années qui ont suivi sa remise en état. Cette constatation est faite surtout pour les décanteurs de type pulsateur et des filtres à sable qui ont subi un changement du milieu filtrant (sable).

Dans la suite de notre mémoire une campagne de prélèvement d'échantillons et d'analyses des eaux ont été entrepris afin de contrôler et d'assurer aux abonnés une eau traitée de bonne qualité conforme aux normes de potabilités.

Mots clés : station, traitement, eau potable, paramètres physico-chimique, bactériologique, normes de potabilité.

ملخص

إن مردود محطة معالجة المياه في بلدية شعبية بولاية عنابة ، في انخفاض مستمر. على الرغم من إعادة تأهيلها مؤخرًا ، إلا أن المنشأة لم تحقق النتائج المتوقعة على مدار عدة سنوات منذ تجديدها.

تم تسجيل هذه الملاحظات بصفة خاصة بالنسبة للنوع النابض لخزانات الترسيب بالإضافة إلى المرشحات الرملية التي خضعت لتغيير في وسط الترشيح (الرمل).

فيمايتي من مذكرتنا، قمنا بحملة لأخذ العينات وإجراء التحاليل لمراقبة جودة مياه الشرب من أجل التحكم والتأكد من تزويد المستهلكين بمياه ذات جودة مطابقة لمتطلبات ومعايير المياه القابلة للشرب.

الكلمات المفتاحية : محطة، علاج، مياه الشرب، المعايير الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية،معايير القابلة للشرب.

Abstract

The efficiency of the water treatment plant at Chaiba, Annaba, is steadily dropping. Despite its recent rehabilitation, the facility did not achieve the expected results over several years since its refurbishment. This observation is made especially for the pulsator type of settling tanks along with sand-filters, which have undergone a change in the filtering medium (sand).

Throughout this brief, a campaign of sampling and testing to monitor drinking water quality was undertaken in order to control and to ensure that the customers will be supplied with a good quality drinking water that exceeds the requirements and regulations.

Keywords: station, treatment, drinking water, physic-chemical, bacteriological parameters, drinking standards.

Table des Matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des schémas

Introduction, problématique et objectifs.....1

Chapitre I : Généralité sur les eaux naturelles

I. Introduction.....	3
I.1. Définition de l'eau.....	3
I.2. Importance de l'eau.....	4
I.3. Etat de l'eau.....	5
a. Etat solide.....	5
b. Etat liquide.....	6
c. Etat gazeux.....	7
I.4. Cycle de l'eau.....	7
I.5. La consommation de l'eau.....	9
A. La consommation domestique.....	9
B. La consommation industrielle.....	9
C. La consommation agricole.....	10
I.6. Propriétés de l'eau.....	10
I.6.1. Propriétés physiques.....	10
I.6.2. Propriétés chimiques.....	12
I.6.3. Propriétés biologiques.....	12
I.7. Origine et différents types d'eau.....	12
I.7.1. Eaux souterraines.....	13
I.7.1.1. Les différents types de nappes.....	13
I.7.2. Eaux de surface.....	14
I.7.2.1. Eaux de rivières (partie amont).....	14

I.7.2.2. Eaux de rivières (partie aval).....	14
I.7.2.3. Eaux de lac.....	14
I.7.3. Eaux salines.....	15
I.7.3.1. Eaux de mer.....	15
I.7.3.2. Eaux saumâtres.....	15

Chapitre II : Caractéristiques et normes de potabilités des eaux

II. Introduction.....	17
II.1. Définition de l'eau potable.....	17
II.2. Qualité de l'eau.....	17
II.2.1. Qualité organoleptique.....	17
II.3. Les paramètres physico-chimique.....	18
II.3.1. Paramètres physique.....	18
II.3.2. Paramètres chimique.....	21
II.3.3. Microbiologique.....	23
II.4. Les normes de potabilité.....	24
II.4.1. Définition de la norme.....	24

Chapitre III : Les différents procède de traitement des eaux

III.1. Introduction.....	27
III.2. L'objectif de traitement.....	28
III.3. Les méthodes de traitement.....	28
III.3.1. Le prétraitement.....	28
III.3.2. Pré-oxydation.....	29
III.3.3. Clarification.....	31
III.3.3.1. La coagulation-floculation.....	31
A. La coagulation.....	32
B. La floculation.....	33

III.3.4. Décantation.....	35
III.3.5. Filtration.....	37
III.3.6. Désinfection.....	38

Chapitre IV : Description de la station de traitement

IV.1. Introduction.....	40
IV.2. Les deux barrages.....	40
A. La situation géographique du barrage de Cheffia.....	40
B. La situation géographique du barrage de Mexa.....	40
IV.3. Présentation de la station de Chaiba.....	45
a. Définition de la station de Chaiba.....	45
b. Description de la station Chaiba.....	46
1. Réservoir d'eau brute.....	46
2. Poste de pré chloration.....	47
3. Mélangeurs rapides et tuyauterie de liaison entre mélangeurs rapides et décanteurs.....	47
4. Décanteurs pulsators.....	48
5. Filtre à sable.....	52
5.1.Lavage des filtres.....	53
6. Désinfection.....	55
7. Réservoir d'eau traitée.....	55

Chapitre V : Prélèvement et échantillonnage

V.1. Introduction.....	56
V.2. Prélèvement et échantillonnage.....	56
A. Principe d'échantillonnage.....	56
B. But d'échantillonnage.....	56
C. Précautions concernant l'échantillonnage.....	56
D. Les prélèvements.....	56
V.3. Mesure des paramètres physico-chimique au niveau de laboratoire centrale.....	57
A. Mesure du PH et température.....	57
B. Mesure de la conductivité.....	58
C. Mesure de la turbidité.....	59
D. Mesure de chlore.....	61

V.3.1. Les méthodes d'analyse.....	61
V.3.1.1. Dosage du fer (Fe^{2+}).....	61
V.3.1.2. Dosage d'ammonium (NH_4^+).....	63
V.3.1.3. Dosage d'aluminium (Al^{3+}).....	65
V.3.1.4. Dosage des nitrites (NO_2^-).....	67

Chapitre VI : Résultats et interprétation

VI.1. Suivi de la qualité de l'eau à travers les ouvrages de la station.....	69
VI.2. Résultats et interprétation des paramètres physico-chimique.....	69
- Suivi des paramètres pour l'année 2019.....	69
- Suivi des paramètres pour l'année 2020.....	73
Conclusion générale.....	77

Annexe

Références

Listes des abréviations :

ADE : Algériennes Des Eaux.

MES : Matière En Suspension.

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrie.

OMS : Organisation Mondial de Santé.

TA : Total Alcalinité.

TH : Titre Hydrométrique.

UV : Ultraviolet.

pH : potentiel hydrogène.

C° : Degré Celsius.

Min : minute.

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène.

DPD : diméthyle paraphénylène diamine.

L/S : Litre par seconde.

mg/l : Milligramme par litre.

m³/j : Mètre cube par jour.

µs / cm : Micro-siémens par centimètre.

RS : Résidu Sec.

Fe +2 : Fer ferreux.

HCO3- : Bicarbonates.

TAC : Titre alcalimétrique complet.

Cl⁻ : Chlorures.

Mg²⁺ : Magnésium.

NH⁴⁺ : Ammonium.

Al³⁺ : Aluminium.

NO²⁻ : Nitrites.

Liste des tableaux :

Tableau n°01 : Salinité des principales eaux de mer.....	15
Tableau n°02 : Normes des paramètres organoleptiques d'une eau potable.....	18
Tableau n°03 : Classification des eaux d'après leur pH.....	19
Tableau n°04 : Classification des eaux selon la conductivité	20
Tableau n°05 : Classification des eaux selon la turbidité	20
Tableau n°06 : Normes d'eau potable selon l'Algérie et selon l'OMS.....	25
Tableau n°07 : Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie.....	26
Tableau n°08 : Durée de décantation en fonction de la taille des particules.....	36
Tableau n°09 : Les différents méthodes de désinfection de l'eau.....	39
Tableau n°10 : les communes alimentées en eau par des forages.....	41
Tableau n°11 : Les différents types de DPD.....	61

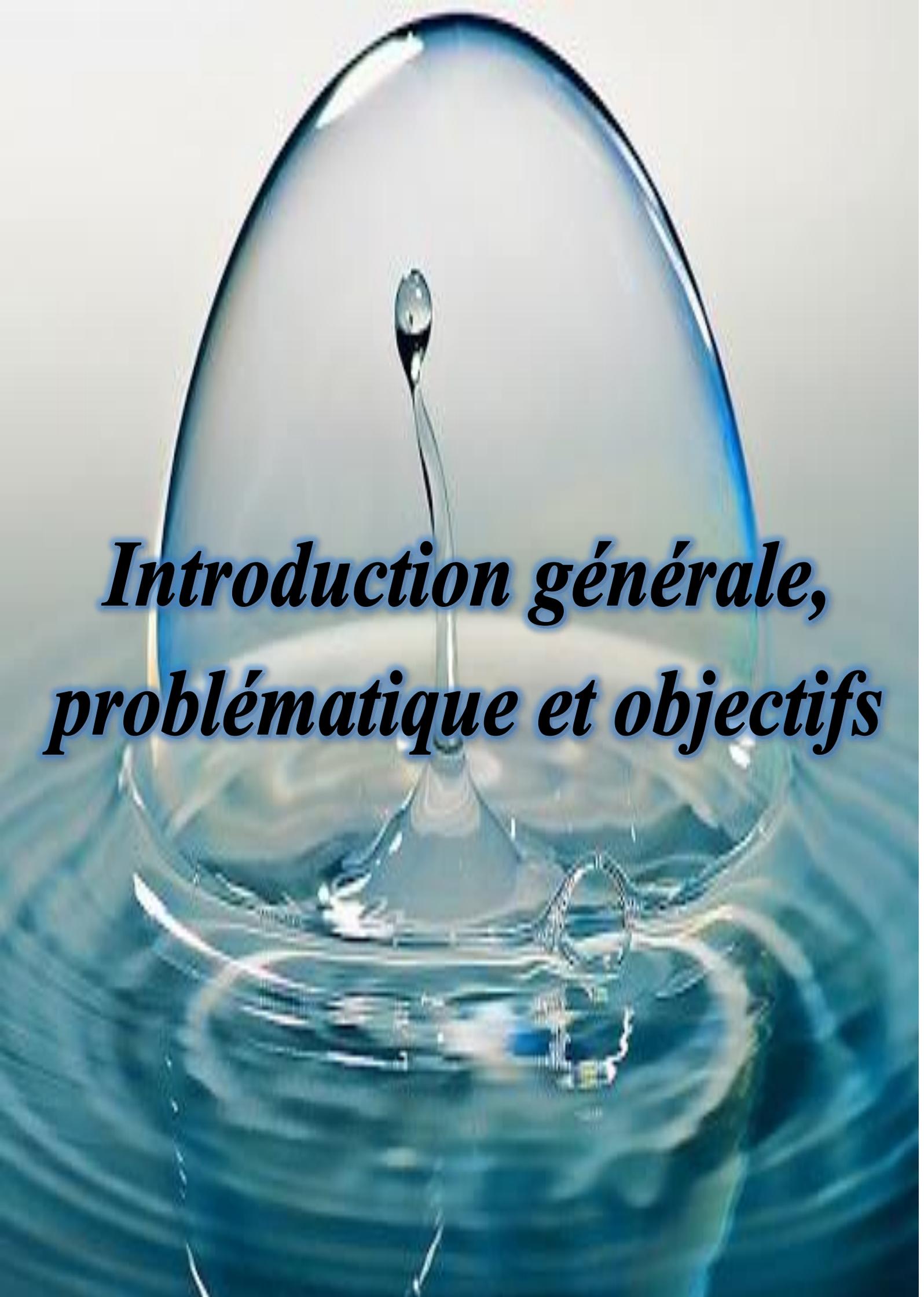
Liste des figures :

Figure n°01 : La molécule d'eau.....	3
Figure n°02 : Consommation journalière d'eau pour une personne.....	5
Figure n°03 : Structure cristalline des molécules.....	6
Figure n°04 : Désordre des molécules.....	6
Figure n°05 : Désordre maximal des molécules.....	7
Figure n°06 : Cycle de l'eau	8
Figure n°07 : Les streptocoques dans l'eau.....	24
Figure n°08 : Courbe d'absorption de chlore.....	30
Figure n°09 : Structure des colloïdales.....	32
Figure n°10 : L'injection des produits chimiques « Chaiba ».....	33
Figure n°11 : Les produits de laboratoire station « Chaiba ».....	34
Figure n°12 : Essai du jar-test station « Chaiba ».....	35
Figure n°13 : Décanteur pulsator « Chaiba ».....	36
Figure n°14 : Bassin de filtration.....	37
Figure n°15 : Image satellitaire du barrage Cheffia.....	40
Figure n°16 : Image satellitaire du barrage Mexa.....	41
Figure n°17 : Image satellitaire de la station de traitement des eaux « Chaiba ».....	45
Figure n°18 : La station de traitements des eaux « Chaiba ».....	46
Figure n°19 : Vanne avion entrée station « Chaiba ».....	47
Figure n°20 : Vue générale d'un décanteur pulsator « Chaiba ».....	48
Figure n°21 : Installation des ramificateurs inférieures « Chaiba ».....	49

Figure n°22 : Installation des ramificateurs supérieur « Chaiba ».....	49
Figure n°23 : Les tranquilisateurs « Chaiba ».....	50
Figure n°24 : Concentrateur de boue « Chaiba ».....	51
Figure n°25 : Décanteur pulsator.....	52
Figure n°26 : Filtre à sable « Chaiba »	52
Figure n°27 : Plancher du buselure d'un filtre « Chaiba »	53
Figure n°28 : Le soufflage.....	54
Figure n°29 : Le rinçage.....	54
Figure n°30 : Réservoir d'eau traitée « Chaiba ».....	55
Figure n°31 : Le pH mètre.....	57
Figure n°32 : Le conductimètre.....	59
Figure n°33 : Le turbidimètre.....	60
Figure n°34 : Solution de lavage pour le fer	62
Figure n°35 : Spectromètre UV.....	63
Figure n°36 : Solution de lavage pour l'ammonium.....	64
Figure n°37 : L'analyse du dosage d'ammonium.....	65
Figure n°38 : Solution de lavage d'aluminium.....	66
Figure n°39 : L'analyse du dosage d'aluminium.....	67
Figure n°40 : L'analyse du dosage de nitrites.....	68

Liste des schémas :

Schémas n°01: Les étapes et unités de traitements d'une eau de surface.....	27
Schémas n°02 : Procédé de clarification	31
Schémas n°03 : L'alimentation en eau potable du barrage Cheffia.....	42
Schémas n°04 : L'alimentation en eau potable du barrage de Mexa.....	43
Schémas n°05 : La quantité totale d'eau potable pour Annaba.....	44

A large, clear water droplet is captured in mid-fall, suspended in the air above a pool of water. The droplet is perfectly spherical and refracts light, creating a bright highlight. Below it, the water surface is disturbed, showing concentric ripples and a small splash where the droplet has just made contact. The background is a soft, out-of-focus light blue, suggesting a bright, airy environment.

***Introduction générale,
problématique et objectifs***

Introduction, problématique et objectifs

L'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, l'eau est une richesse nécessaire à toutes activités humaines (la boisson, la préparation des repas, l'hygiène, les loisirs, l'industrie, l'agriculture.....). C'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques.

Elle recouvre les trois quarts de la surface de notre planète. On la trouve sous multiples formes : pluies, mers, océans, lacs, nappes, ...etc.

Bien que les cotes des pays du bassin méditerranéen baignent dans les eaux, elles leurs sont très rares. L'Algérie à l'instar d'autres pays est confrontée à la problématique de l'eau. La surcharge du littoral, les disparités entre zones rurales et urbaines, les périodes de sécheresse et l'accroissement de la pollution, sont autant de facteurs qui déstabilisent l'équilibre déjà précaire de l'environnement. Notre pays dispose de ressources en eau très limitées tout au moins au nord où vivent les trois quarts de la population. En plus de cette rareté d'eau et la grande disparité entre le nord qui est arrosé et le sud qui est aride, s'ajoute le problème de la dureté des eaux. En effet, les eaux du sud algérien sont fortement chargées en sels, ce qui conduit à une dureté très élevée.

L'eau potable est fournie à la ville d'Annaba depuis plusieurs années par les barrages de Cheffia et Mexa. Ces dernières années, de nombreuses zones de la ville d'Annaba ont été confrontées à des perturbations majeures dans l'approvisionnement en eau potable.

Pour répondre aux besoins de la population en **qualité**, quantité et mettre fin à la pénurie d'eau, les autorités ont élaboré au cours des dernières années un plan d'urgence pour approvisionner Annaba en eau potable, ce qui peut être qualifié de positif à travers ce que nous voyons aujourd'hui. Le plan d'urgence comprend les points importants suivants:

- La réhabilitation des champs de captage de Bouteldja incluant 32 forages.
- La réhabilitation et le dédoublement de la conduite Meksa-Lahnichet sur 22 km pour assurer un apport en eau estimé à 35.000 m³/j.
- La réalisation de 11 nouveaux forages pour un débit de 15 000 m³/j.
- La réhabilitation des champs de captage les Salines composés de 6 forages pour un débit de 13 500 m³/j.
- La sectorisation et la réparation des fuites pour mieux maîtriser la distribution.
- La réhabilitation des stations de traitement de Meksa et de Chaiba pour un montant de 150 millions DA.

La station de traitement de l'eau brute destinée à la potabilisation est sous une pression croissante pour produire une eau potable de bonne qualité et à plus faible coût. Ceci représente une économie en termes de coût mais aussi en termes de respect de l'environnement.

La station de traitement des eaux de Chaiba, Annaba est mise en service en mai 1969 par le constructeur français Degremont. Elle a été réhabilitée en 2004 par l'entreprise algérienne de traitement des eaux Hydrosid à cause d'une baisse remarquable de son rendement notamment celui des décanteurs de type pulsateur et des filtres à sable.

Néanmoins, cette réhabilitation n'a pas donné les résultats escomptés durant toutes ces années qui ont suivi sa remise en état. Cette constatation est faite surtout pour les filtres à sable qui ont subi un changement du milieu filtrant (sable).

La qualité de l'eau, parvenant à l'abonné est suivie par des analyses physico-chimiques et biologiques quotidiennes via le service laboratoire de l'ADE afin d'assurer une bonne qualité de potabilité de ces eaux.

L'objectif de ce travail est d'évaluer et d'analyser les données statistiques liées à la qualité de l'eau à Annaba selon les normes de potabilité. De plus, ces données sont mises à jour en mettant en œuvre une campagne de prélèvement d'échantillons d'eau et elles sont analysées.

Nous avons organisé notre travail en six chapitres interdépendants :

- ❖ Le premier et le second chapitre purement théorique rassemblent d'une part des généralités sur l'eau et d'autre part une description détaillée sur les caractéristiques et les normes de potabilité.
- ❖ Le troisième et quatrième chapitre est consacré aux étapes de traitement des eaux et description de la station du traitement chaiba
- ❖ Le cinquième chapitre rappelle de l'échantillonnage et l'analyse des eaux.
- ❖ Le dernier chapitre mentionne sous formes des courbes les différents résultats obtenus du contrôle et suivi des eaux traitées au cours de notre étude pratique, accompagnés d'explications et d'interprétation.
- ❖ Notre travail s'est conclu par la conclusion finale.



Chapitre I :
Généralité sur les eaux
naturelles

I.Introduction :

L'eau est la plus importante source vitale à commencer par l'unité fondamentale de l'être vivant, la cellule baigne toujours dans l'eau. Cette dernière joue un rôle dans la régulation de la concentration intracellulaire et extracellulaire donc dans les échanges cellulaires qui permettent à leur tour à l'organisme de croître et de se développer.

En fait, tous les êtres vivants vivent sur une planète « planète bleu » qui se distingue des autres planètes du système solaire par l'abondance de l'eau. L'approvisionnement en eau constitue actuellement un besoin majeur dans les différents domaines de la vie, en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie. [1]

I.1-Définition de l'eau :

L'eau est partout présente dans la nature. C'est un liquide incolore, inodore, sans saveur, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants.

L'eau est une substance chimique constituée de molécules H₂O. Ce composé est très stable et néanmoins très réactif, et l'eau liquide est aussi un excellent solvant. Dans de nombreux contextes, le terme eau est employé au sens restreint d'eau à l'état liquide, ou pour désigner une solution aqueuse diluée (eau douce, eau potable, eau de mer, eau de chaux, etc.). [2]

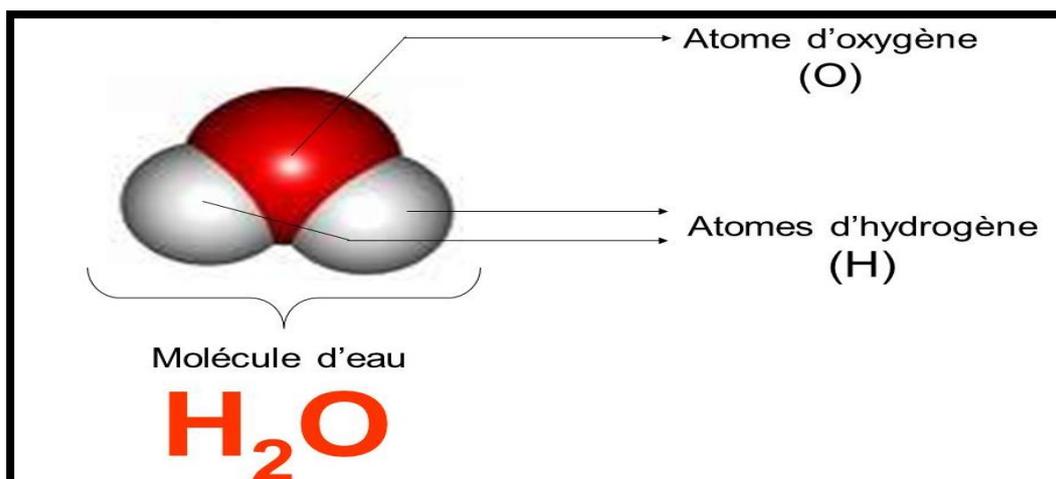


Figure n°1: la Molécule d'eau

L'eau potable est une eau que l'on peut boire ou utiliser à des fins domestiques et industrielles sans risque pour la santé. Elle peut être distribuée sous forme d'eau en bouteille (eau minérale

Chapitre I : Généralité sur les eaux naturelles

ou eau de source, eau plate ou eau gazeuse), d'eau courante (eau du robinet) ou encore dans des citernes pour un usage industriel.

Pour être considérée comme potable, l'eau doit être exempte de toute substance jugée nocive pour la santé :

- Les germes pathogènes, comme les bactéries et les virus.
- Les micro-organismes parasites.
- Les substances chimiques indésirables, comme les nitrates, les phosphates, les métaux lourds, les hydrocarbures et les pesticides.

I.2-Importance de l'eau :

L'eau est essentielle à notre organisme. Notre corps en a besoin, tout comme c'est le cas de beaucoup d'autres êtres vivants.

L'une des principales exigences de la vie terrestre est l'économie d'eau. Les mammifères ont résolu ce problème grâce à la prodigieuse adaptation de leur rein et à une régulation hormonale.

Elle apporte les nutriments essentiels au bon fonctionnement du corps humain, régule notre température, favorise l'élimination des déchets et des toxines... l'eau est indispensable à notre santé. D'ailleurs, saviez-vous qu'environ 60 % de notre organisme est composé d'eau ?

L'eau irrigue tout le corps, alimente en permanence les 50 milliards de cellules qui le composent, et permet les échanges chimiques qui se produisent en permanence au sein de l'organisme. On la retrouve donc partout : dans le sang et les organes bien sûr, mais aussi dans le cartilage, la masse grasseuse, les muscles, les dents...

L'homme doit donc chaque jour subvenir à ses besoins en eau, en buvant, mais aussi en mangeant car les aliments en contiennent beaucoup. Pour maintenir l'organisme en bonne santé, les pertes en eau doivent toujours être compensées par les apports. La soif est d'ailleurs un mécanisme par lequel l'organisme " avertit " qu'il est en état de déshydratation. [1]

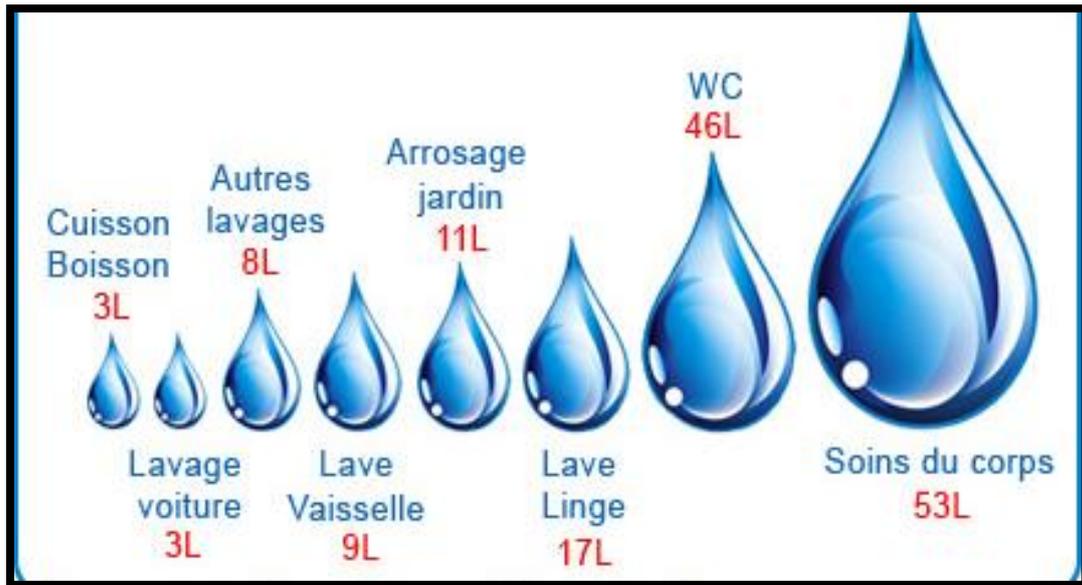


Figure n°2 : Consommation journalière d'eau pour une personne

I.3-Etat de l'eau :

L'eau est le seul composé naturel qui existe sous forme solide, liquide et gazeuse. Avec l'action conjuguée de la chaleur (solaire) et de la pression (atmosphérique), elle change d'état. Ces changements d'états interviennent par rupture des liaisons hydrogène qui unissent les molécules d'eau entre elles. [3]

a) L'état solide

L'eau est à l'état solide si la température est inférieure ou égale à 0° Celsius. A l'état solide, la disposition la plus courante des molécules est une structure cristalline :

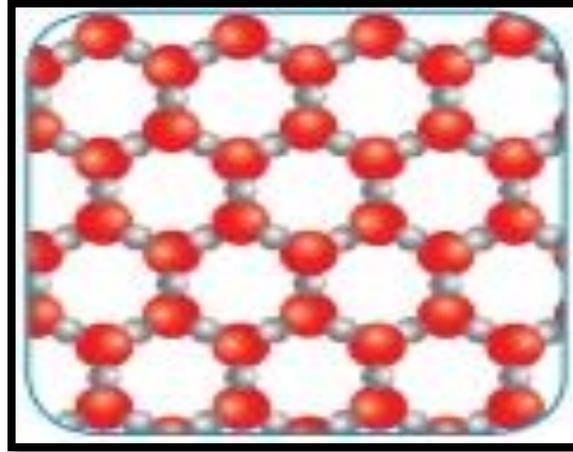


Figure n°3 : Structure cristalline des molécules. [3]

Voici quelques exemples de présentation de l'eau à l'état solide :

- La glace : elle résulte du gel de l'eau, elle se forme à 0° Celsius,
- La neige : c'est un minuscule cristal de glace en forme d'étoiles ; les flocons se forment par agglomération de ces cristaux,
- Le givre : c'est le gel du brouillard,
- Le glacier : il est le résultat du tassement de la neige accumulée. [3]

b) L'état liquide

L'eau est à l'état liquide pour des températures oscillant entre 0° et 100° Celsius à une pression normale (1 bar). Dans l'eau liquide, les molécules sont en désordre, elles sont plus serrées qu'à l'état solide, ce qui explique qu'un litre d'eau occupe plus d'un litre quand elle gèle.

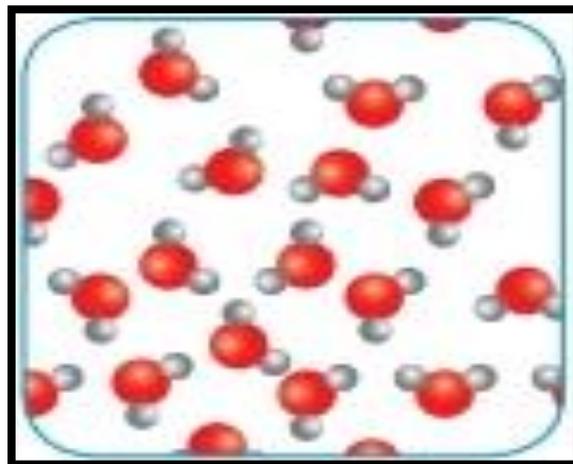


Figure n°4 : Désordre des molécules. [3]

Chapitre I : Généralité sur les eaux naturelles

Voici quelques exemples de présentation de l'eau à l'état liquide :

- Les nuages : ils sont formés par l'accumulation de gouttelettes d'eau,
- La pluie : elle est constituée des gouttelettes d'eau libérées par les nuages,
- Le brouillard : il est constitué de gouttelettes d'eau en suspension dans l'air. [3]

c) L'état gazeux

L'eau est à l'état gazeux, ou état de vapeur, dès 100° Celsius à pression normale. Mais elle peut l'être aussi à température inférieure : c'est ce qui se passe au-dessus des océans lors de l'évaporation. L'état gazeux est celui du désordre maximal des molécules : ces dernières sont tellement agitées que les forces d'attraction terrestre s'exercent de façon beaucoup moins forte.

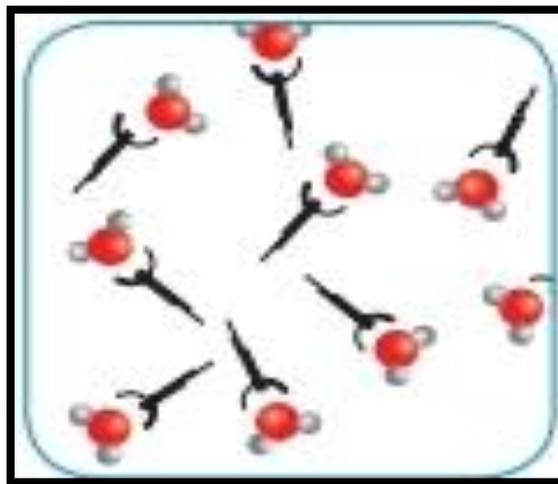


Figure n°5 : Désordre maximal des molécules. [3]

Il est à noter que la vapeur d'eau est invisible. Ce que l'on voit, c'est sa transformation. Par exemple la vapeur qui rencontre une paroi froide se condense sur celle-ci et se transforme en eau, c'est un changement d'état. [3]

I.4-Cycle de l'eau :

Le cycle de l'eau (ou cycle hydrologique) est un phénomène naturel qui représente le parcours entre les grands réservoirs d'eau liquide, solide ou de vapeur d'eau sur Terre : les océans, l'atmosphère, les lacs, les cours d'eau, les nappes d'eaux souterraines et les glaciers.

Chapitre I : Généralité sur les eaux naturelles

L'eau utilise l'énergie du Soleil pour s'évaporer. Les molécules d'eau doivent absorber une grande quantité d'énergie afin de pouvoir s'arracher d'une surface d'eau et se retrouver sous forme de vapeur dans l'atmosphère. Cette énergie est ensuite libérée lorsque la vapeur se condense et retourne à l'état liquide.

Le cycle de l'eau, mu par l'énergie solaire, joue un rôle fondamental sur la redistribution de celle-ci à la surface de la Terre. ... Cette énergie va permettre l'évaporation de l'eau. La vapeur d'eau, en se condensant dans les nuages, restitue une partie de cette énergie laquelle sert au réchauffement de l'atmosphère.

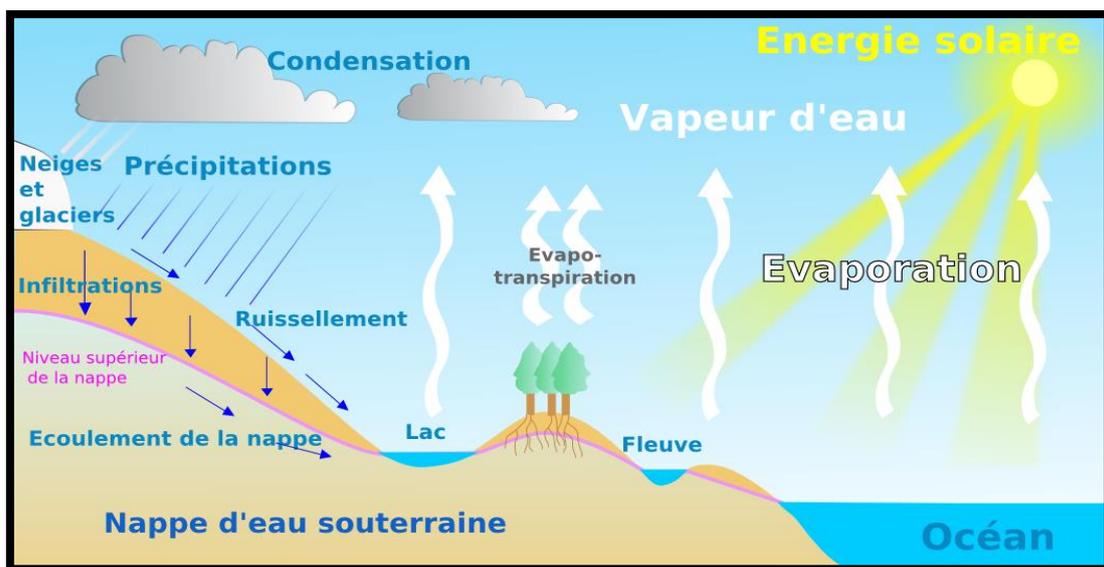


Figure n°6 : Cycle de l'eau

En résumé, on retiendra les phénomènes suivants :

- 1) **Evaporation** : chauffée par le soleil, l'eau des océans, des rivières et des lacs s'évapore et monte dans l'atmosphère.
- 2) **Condensation** : au contact des couches d'air froid de l'atmosphère, la vapeur d'eau se condense en minuscules gouttelettes qui, poussées par les vents, se rassemblent et forment des nuages.
- 3) **Précipitations** : les nuages déversent leur contenu sur la terre, sous forme de pluie, neige ou grêle.
- 4) **Ruissellement** : la plus grande partie de l'eau tombe directement dans les océans. Le reste s'infiltré dans le sol (pour former des nappes souterraines qui donnent naissance à des sources) ou ruisselle pour aller grossir les rivières qui à leur tour, vont alimenter les océans. Et le cycle recommence. [4]

I.5-La consommation de l'eau :

L'eau est indispensable à la survie de tous les êtres vivants. C'est le premier composant de la matière vivante. Un adulte contient, en moyenne, 60 % d'eau, un nourrisson 75%. L'eau est nécessaire pour assurer la circulation du sang, La respiration, l'apport de sels minéraux, l'élimination des déchets. Privé d'eau, l'être humain peut ne pas vivre plus de 3 à 4 jours. L'eau est éliminée principalement par l'urine (environ 1 litre par jour), la transpiration (0,5 à 1 litre par jour), la respiration (0,5 litre par jour). La déshydratation, c'est-à-dire la perte de 15% de l'eau du corps, peut entraîner la mort. Il est recommandé de boire 1,5 litre d'eau par jour. Les différents aliments peuvent nous apporter environ 1 litre d'eau. [6]

L'eau est aussi indispensable pour la consommation domestique, agricole et industrielle de la population.

A. La consommation domestique :

Dans les pays développés où l'eau potable ne manque pas, l'eau consommée à la maison par l'Homme est utilisée principalement à l'utilisation des chasses d'eau, au lavage du linge et de la vaisselle, à la toilette. À titre d'exemple, la quantité d'eau en litres est estimée à :

- ✓ 10 à 12 litre pour la chasse d'eau.
- ✓ 13 à 20 litres pour un lave-vaisselle.
- ✓ 30 à 80 litres pour la douche.
- ✓ 80 à 120 litres pour une lessive.
- ✓ 150 à 200 litres pour un bain. [6]

B. La consommation industrielle :

Les activités industrielles sont aussi consommatrices d'eau mais moins que l'agriculture (environ 20% des prélèvements mondiaux). Les secteurs les plus consommateurs sont la métallurgie, l'exploitation minière, la chimie, l'agroalimentaire, les industries du papier. À titre d'exemple, il faut :

- ✓ 300 à 600 litres d'eau pour produire 1Kg d'acier.
- ✓ 350 à 400 litres d'eau pour produire 1 kg de sucre.
- ✓ 40 à 500 litres d'eau pour produire 1kg de papier.
- ✓ 1 à 35 litres d'eau pour produire 1kg de savon.
- ✓ 1 à 2 litres d'eau pour produire 1kg de matière plastique. [6]

C. La consommation agricole :

L'agriculture est l'activité qui consomme la majorité de l'eau disponible dans le monde. Les trois quarts de tout le volume sont consommés. Cette consommation conséquente dans ce secteur peut s'expliquer par différentes raisons :

- **l'élevage** dont le régime alimentaire implique la mobilisation de grandes quantités d'énergie et d'eau par ration produite.
- **l'irrigation** massive dans le but d'assurer des rendements maximums.
- **L'accroissement de la population** qui nécessite la production de plus grandes quantités de denrées alimentaires.
- **des régimes alimentaires** plus riches dus à une orientation croissante du mode de vie « à l'occidental ». [6]

I.6-les propriétés de l'eau :

L'eau ne représente pas la même chose pour tout le monde. Elle possède des propriétés physiques et chimiques uniques et d'autres propriétés : on peut la faire geler, fondre, évaporer ou chauffer et la mélanger. Rappelons que la molécule est la plus petite quantité d'un corps pur qui puisse exister à l'état libre. C'est un assemblage d'atomes. La molécule conserve toutes les propriétés physiques et chimiques de ce corps.

I.6.1-Propriétés physiques de l'eau :

L'eau sur terre connaît une phase liquide particulièrement importante et elle possède les propriétés physiques principales suivantes :

- Point d'ébullition :

Dans les phases liquide et solide de l'eau, les liaisons hydrogène lient les molécules fortement entre elles. C'est parce qu'il faut briser ces liaisons que l'eau a une température d'ébullition particulièrement élevée pour une molécule de cette masse molaire. Cette caractéristique de l'eau permet à une importante phase liquide d'exister aux températures que nous connaissons sur terre. Cette phase liquide est nécessaire à l'apparition et au maintien de la vie telle que nous la connaissons sur cette planète. [5]

Chapitre I : Généralité sur les eaux naturelles

➤ Viscosité :

Elle diminue lorsque la température croît ; par contre, elle augmente avec la teneur en sels dissous. Contrairement aux autres liquides, une pression modérée, rend l'eau moins visqueuse aux basses températures. [5]

➤ La masse volumique :

Elle varie avec la température et la pression, mais aussi avec la teneur en sels dissous. La masse volumique de l'eau est maximale à la température de 4 °C (1 g /cm³) alors qu'en phase solide elle n'est que de 0,88. [5]

➤ Solvant :

L'eau est le plus important solvant de la surface de la planète. Elle se charge donc des minéraux et substances organiques qu'elle croise et dissout. [5]

➤ Tension superficielle :

La tension superficielle de l'eau est très élevée. Cette propriété permet la formation de gouttes et favorise l'ascension capillaire. [5]

➤ Chaleur spécifique :

L'eau est l'élément naturel dont la chaleur spécifique est la plus élevée : 4185 J·kg⁻¹·K⁻¹. Elle demande donc beaucoup d'énergie pour être réchauffée et pour être refroidie. [5]

➤ Chaleur latente :

Les chaleurs latentes de fusion et de vaporisation de l'eau sont élevées. Comme l'énergie est prélevée sur le substrat on comprend que le phénomène d'évaporation de l'eau vers l'atmosphère refroidisse continuellement les océans. Ces caractéristiques expliquent que l'hydrosphère liquide agisse comme un tampon thermique qui régularise la température terrestre. [5]

➤ Capacité thermique :

L'eau présente une très grande capacité thermique de tous les fluides. Du fait de cette capacité, les masses d'eau agissent comme des tampons ou régulateur contre les changements élevés de température. [5]

➤ Transparence :

L'eau est transparente dans le spectre visible, mais elle absorbe le rayonnement infrarouge dès les premiers mètres d'épaisseur, ce qui explique que seules les eaux superficielles se réchauffent. [5]

I.6.2-Propriétés chimiques de l'eau :

L'énergie de formation de la molécule d'eau, 242KJ/mol et élevée. IL s'ensuit que l'eau possède une grande stabilité. Cette, associé aux propriétés électrique et à la constitution moléculaire de l'eau, la rend particulièrement apte à la mise en solution de nombreux corps gazeux, liquide polaire, et surtout solide. La plupart des substances minérales peuvent se dissoudre dans l'eau, ainsi qu'un grand nombre de gaz et de produits organiques. La salvation (ou action hydratant de l'eau) est le résultat d'une destruction complète ou partielle des divers liens électrostatique entre les atomes et les molécules du corps à dissoudre, pour les remplacer par de nouveaux liens avec les molécules d'eau ; et forage ainsi des nouvelles structures : il se produit une véritable reaction chimique (une salvation complète est une dissolution). [8]

I.6.3-Propriétés biologiques :

L'eau, l'oxygène et le dioxyde de carbone contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants. Il existe un cycle biologique, au cours duquel s'effectue une série d'échanges grâce à l'eau. Celle-ci est le constituant principal (en volume) des êtres vivants, et plus particulièrement du protoplasme de toutes les cellules. L'eau compose aussi la plus grande partie de nos aliments (70 à 95 % de la plupart de nos viandes et de nos fruits et légumes). Il est donc évident que « l'eau, c'est la vie », mais il convient de préciser quelques-unes des multiples relations qui existent entre elle et les êtres vivants. [7]

I.7-Origine et différents types d'eau :

L'homme à recours généralement, pour satisfaire ses propres besoins en eau et permettre son usage dans ses diverses activités industrielles et agricoles, à trois types de ressources naturelles :

- ✓ Les eaux souterraines,
- ✓ Les eaux de surface (rivières, fleuves et lacs),
- ✓ Les eaux salines (eaux de mer et saumâtres). [1]

I.7.1-Eaux souterraines :

Eaux qui jaillissent d'une source souterraine et alimentent les conduits d'eau d'une région ; leur niveau de pollution est très faible. La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappes.

I.7.1.1-Les différents types de nappes :

a. Nappe libre

Les nappes libres sont les premières nappes rencontrées dans un sous-sol perméable. Elles comprennent la nappe phréatique peu profonde atteinte par les puits et forages de particuliers. Du fait de cette perméabilité, ces aquifères superficiels sont directement alimentés par les pluies par infiltration. Elles possèdent des capacités de recharge rapides et les eaux y sont « jeunes » (actuelles à subactuelles). En revanche, cette perméabilité implique également que ces nappes soient particulièrement sensibles aux pollutions de surface. [9]

b. Nappe captive

Dans les nappes captives, la pression est supérieure à la pression atmosphérique, la surface piézométrique est donc située au-dessus du toit de la nappe. Dans certains cas, ces nappes captives peuvent être soumises à des phénomènes d'artésianisme (jaillissement naturel de l'eau à la surface ou lors d'un forage en raison de la pression) : on parle alors de nappes artésiennes.

Les nappes peuvent être classées en nappes phréatiques et nappes profondes.

- Les nappes phréatiques sont celles qui reposent sur la première couche imperméable proche du niveau du sol, sont toujours libres et souvent contaminées.
- Les nappes profondes dites subordonnées reposent sur une couche perméable plus profonde et peuvent être libres ou captives. [9]

La plus grande nappe phréatique au monde :

La nappe de l'Albien est la plus grande réserve d'eau douce au monde. Elle est à cheval sur trois pays, l'Algérie, la Libye et la Tunisie. 70 % de la nappe se trouve en territoire algérien au sud-est du pays. [11]

I.7.2-Eaux de surfaces :

On peut répartir les eaux de surface en trois catégories ; eaux de rivière (partie amont), eaux de rivière (partie aval) et eaux de lac. la dureté de toutes les eaux de surface est modérée.

I.7.2.1-Eaux de rivière (partie amont) :

L'amont d'une rivière est en général situé dans une région montagneuse. Ou la densité de population est faible et les industries pratiquement inexistantes. Les principales caractéristiques de ces eaux sont présentées ci-dessous :

- ✓ Turbidité élevée.
- ✓ Contamination bactérienne faible.
- ✓ Température froide.
- ✓ Indice de couleur faible. [11]

I.7.2.2-Eaux de rivière (partie aval) :

L'aval d'une rivière est en général situé dans une région où la population est dense. L'agriculture développée et les industries plus ou moins nombreuses. Les eaux y sont donc habituellement de moins bonne qualité et plus difficiles à traiter qu'en amont. Les principales caractéristiques de ces eaux sont présentées ci-dessous :

- ✓ Contamination bactérienne élevée.
- ✓ Contamination organique et inorganique élevée.
- ✓ Indice de couleur pouvant être élevée. [11]

I.7.2.3-Eaux de lac :

On peut considérer un lac comme un bassin naturel de décantation dont la période de rétention est longue. La turbidité de l'eau y est donc faible et la contamination bactérienne habituellement peu importante. Les caractéristiques des eaux de lac varient très lentement au cours de l'année, à l'exception de deux courtes périodes au printemps et à l'automne. Durant ces périodes, la différence de température entre les eaux de surface et les eaux profondes peut provoquer un renversement des eaux du lac et en augmenter ainsi brusquement la turbidité. [11]

I.7.3-Eaux saline :

Une eau saline est constituée d'eaux naturelles qui contiennent une quantité notable de sels, dont la nature n'est ni ferrugineuse (eau ferrugineuse) ni sulfureuse. L'eau saline comprend les eaux dures, l'eau salée, l'eau alcaline... et l'eau continentale qui contient une forte concentration en sels. Ainsi, une eau est dite saline lorsque l'eau salée possède une teneur en matières dissoutes proche de celle de l'eau de mer. Par convention, on y classe toute eau salée à concentration comprise entre 10 000 et 100 000 ppm, donc intermédiaire entre l'eau saumâtre et l'eau sursalé[1]

I.7.3.1-Eau de mer

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Les eaux de mer sont caractérisées par leurs concentrations en sels dissous ; c'est ce qu'on appelle leur salinité. La salinité de la plupart des eaux de mer varie de 33000 à 37000 mg/l. les données du tableau révèlent que la salinité de l'eau n'est pas la même dans toutes les mers. [12]

Mer ou Océan	Concentration (mg/l)
Mer rouge	43000
Golfe arabique	43000
Mer méditerranée	39400
Océan atlantique	36000
Océan indien	33800
Océan pacifique	33000
Mer adriatique	25000
Mer noire	13000
Mer baltique	7000

Tableau N°1 : Salinité des principales eaux de mer [12]

I.7.3.2-Eaux saumâtres

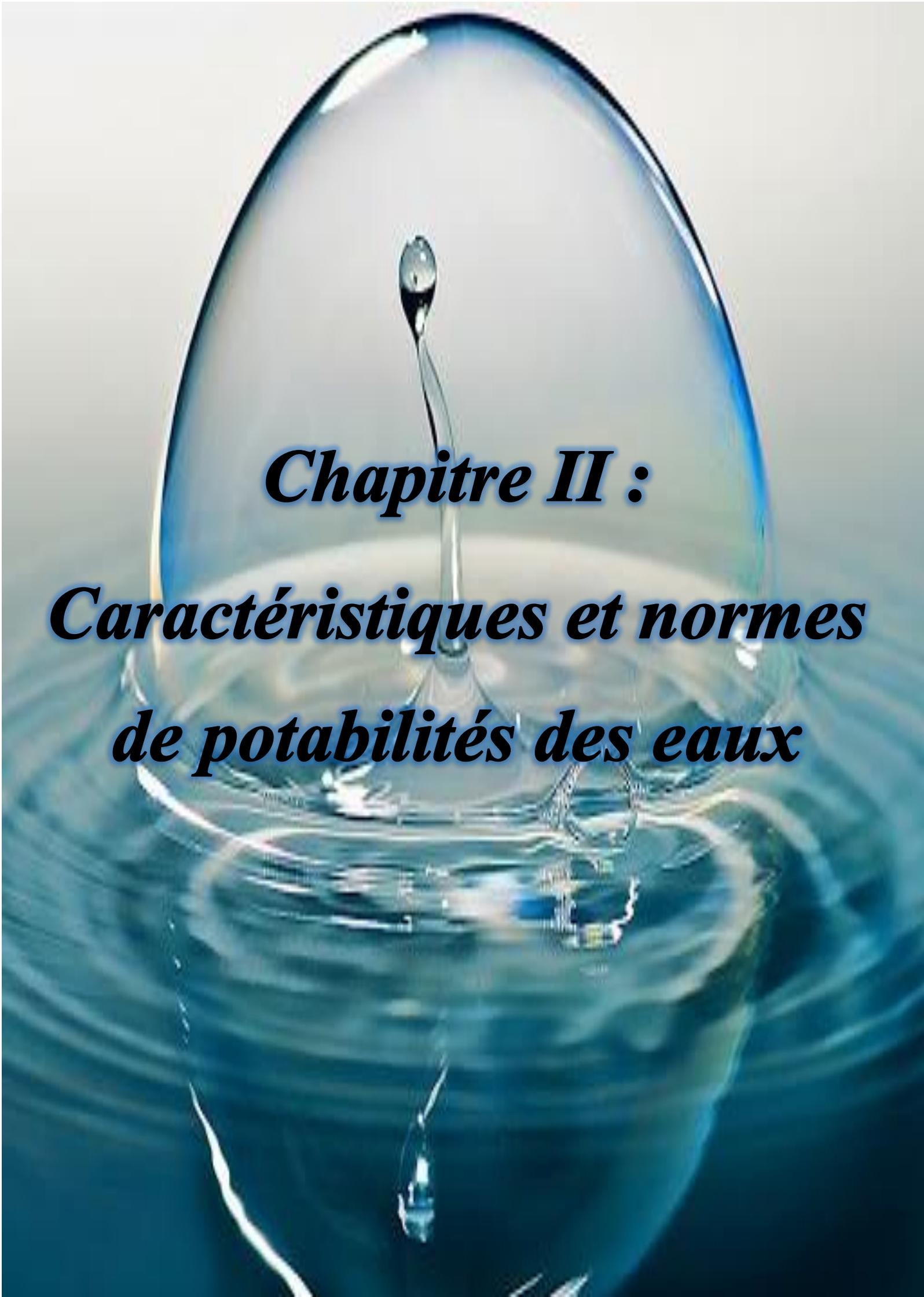
Une eau saumâtre est une eau dont la teneur en sel est sensiblement inférieure à celle de l'eau de mer. La concentration totale de sel dissous y est généralement comprise entre 1 et 10 g/l alors qu'elle est (en moyenne) de 35 g/l pour l'eau de mer. Les pays anglo-saxons considèrent

Chapitre I : Généralité sur les eaux naturelles

qu'une eau est saumâtre à partir d'un degré de salinité compris entre 0,05 % et 1,8 %, ou dans certains cas jusqu'à 3 %. Une eau faiblement chargée en sel est qualifiée d'eau douce. Les étendues d'eau saumâtre naissent généralement d'un épanchement consécutif à la rupture d'une digue maritime. [4]

-L'eau peut être divisée en deux groupes principaux, qui sont l'eau potable et l'eau non potable, même si nous nous contenterons ici de faire allusion à l'eau potable, car elle possède de nombreux avantages qu'il convient de mentionner. Les types d'eau potable les plus fréquents et connus sont : [7]

- a) **Eaux douces** : ce sont des eaux très pures, dont la composition chimique possède très peu de minéraux ajoutés ; son bénéfice principal réside dans le fait que l'organisme l'absorbe plus rapidement, ce qui favorise le processus d'hydratation. [7]
- b) **Eaux dures** : elles sont aptes pour la consommation humaine mais possèdent néanmoins une grande quantité d'éléments chimiques, tels que calcium et magnésium, c'est pourquoi il est déconseillé de les consommer, d'autant plus que leur goût est différent des autres eaux. [7]
- c) **Eaux de source** : il s'agit d'eaux très pures, car elles proviennent de l'endroit même où les sources prennent naissance et ne sont généralement pas polluées, même si on y ajoute un anhydride carbonique afin d'en éliminer les éventuelles odeurs et goûts. [7]
- d) **Eaux minérales** : il s'agit probablement des eaux les plus recommandées car elles possèdent le plus grand nombre de minéraux bénéfiques pour la santé, produites de façon naturelle et donc inoffensives ; sans oublier que ces eaux sont commercialisées sans agents pathogène ni contaminants, et ne sont donc soumises à aucun processus chimique. [7]

A high-speed photograph of a water droplet falling into a glass of water. The droplet is suspended in mid-air, just above the surface of the water. The water in the glass is clear and blue-tinted, with ripples spreading out from the point of impact. The background is a soft, light blue gradient.

Chapitre II :
Caractéristiques et normes
de potabilités des eaux

II.Introduction

L'eau ne se trouve jamais à l'état pur (H₂O). Elle contient toujours des éléments minéraux et organiques ou encore des microorganismes. L'eau potable est une eau dont on considère, à l'une de normes de qualité, qu'elle peut être bue, cuite ou utilisée à des fins domestiques et industrielles sans danger pour la santé.

II.1-Définition de l'eau potable :

Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé. Afin de définir précisément une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau. [14] Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne signifie donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur.

II.2-Qualité de l'eau :

II.2.1-Qualité organoleptique :

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, turbidité et odeur) constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé.

a) La Couleur :

Dans l'idéal, l'eau potable doit être claire et incolore. La couleur est un paramètre traduisant une nuisance d'ordre esthétique, la coloration des eaux peut :

- Avoir une origine naturelle (présence de fer et de manganèse dans les eaux profondes, de substances humiques dans les eaux de surface).
- Être une des conséquences du phénomène d'eutrophisation (développement excessif d'algues et de plancton) des lacs, étangs, barrages...etc.
- Avoir une origine industrielle chimique (colorants des tanneries et de l'industrie textile d'impression et teintures). [15]

b) Odeur :

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme :

Chapitre II : Caractéristiques et normes de potabilités des eaux

- L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.
- La qualité de cette sensation particulière est provoquée par chacune de ces substances. [13]

c) Goût et saveur :

- Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lors de la boisson est dans la bouche.
- La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs. [13]

d) Turbidité :

La turbidité désigne la teneur d'une eau en particules suspendues qui la troublent. C'est la propriété optique la plus importante des eaux naturelles. On mesure la turbidité en unités de turbidité néphalométriques (UTN) à l'aide d'un turbidimètre. Cet instrument envoie un rayon de lumière à travers un échantillon d'eau et mesure la quantité de lumière qui passe à travers l'eau par rapport à la quantité de lumière qui est réfléchiée par les particules dans l'eau. [4]

Paramètres organoleptiques	Unité	Norme (OMS, 2006)	Norme (UA, 1998)	Norme (Algérienne, 2000)
Turbidité	Unité NTU	<5	2	Au maximum 2
Couleur	mg/l de platine	15	-	Au maximum 25
Odeur	Seuil de perception à 25°C	4	2	Au maximum 4
Saveur	Seuil de perception à 25°C	2	4	Au maximum 4

Tableau N°2 : Normes des paramètres organoleptiques d'une eau potable [16]

II.3-les paramètres physico-chimique:

II.3.1-Paramètres physiques :

Chapitre II : Caractéristiques et normes de potabilités des eaux

A) La température :

C'est un facteur important pour l'activité biologique, il influence la solubilité de l'oxygène du milieu récepteur, donc son pouvoir auto épurateur.

La température de l'eau dépend d'une série de facteurs :

- ❖ Situation géographique, la saison
- ❖ La profondeur (la température des profondeurs est généralement plus faible qu'en surface)
- ❖ La couleur de l'eau (une eau sombre absorbe plus fortement la chaleur)
- ❖ Le volume de l'eau (plus le volume est élevé moins importantes sont les fluctuations de température). [13]

B) Potentiel hydrogène :

Le pH mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physique-chimique, et dépend de facteurs multiples, dont la température et l'origine de l'eau : le pH est selon l'OMS (2004) le pH d'une eau potable doit être compris entre 6,5 et 8,5. [8]

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

Tableau N°3: classification des eaux d'après leur Ph [17]

Chapitre II : Caractéristiques et normes de potabilités des eaux

C) Conductivité électrique :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. L'unité de mesure de la conductivité est siemens/cm (S/cm): $1\text{ S/m} = 104\mu\text{S/cm} = 103\text{ S/m}$. La minéralisation de l'eau (teneur globale en espèces minérales) peut entraîner selon les cas, un gout salé (variable selon la nature des sels présents), une concentration de la corrosion, et les dépôts dans les tuyauteries (entartrage). [13]

Type d'eaux	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{Cm}$)	Résistivité ($\Omega. \text{m}$)
Eau pure	< 23	> 30000
Eau douce peu minéralisée	100 à 200	5000 à 10000
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500	2000 à 40000
Eau très minéralisée	1000 à 2500	400 à 1000

Tableau N°4 : Classification des eaux selon la conductivité [13]

D) Turbidité :

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité de l'eau a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses ou organique, micro-organismes...), étant souvent lié à des phénomènes pluviométriques dans les eaux superficielles et dans certaines eaux souterraines (nappes peu profondes). La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre. Et sont exprimées en unités et correspondent à une mesure optique de passage de lumière. D'autres unités comparables sont employées, l'unité néphélométrique de turbidité ou NTU. [13]

NTU < 5	eau incolore
5 < NTU < 30	eau légèrement colorée
NTU > 50	eau colorée
NTU > 200	eau de surface "Africaine"

Tableau N°5: Classification des eaux selon la turbidité [13]

E) L'oxygène dissous :

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utiles pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau.

F) La salinité :

C'est la teneur en sel minéral l'unité de mesure est en g/l. [8]

G) Matière en suspension (MES) :

La mesure de MES fournit la quantité de substances non dissoutes. Les Matières en Suspension (MES) correspondent aux particules véhiculées par l'eau. Les MES représentent l'état dispersé. Elles peuvent être de nature minérale (argiles, sables, etc.) ou organique (débris végétaux, biomasse planctonique, etc.). [7]

H) Résidu Sec (RS) :

Le résidu Sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l. [13]

II.3.2-Paramètres chimiques :

a. Chlorures (Cl⁻) :

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux.

b. Dureté totale (TH) :

La dureté de l'eau est due à la présence de calcium et dans une moindre mesure, de magnésium. On l'exprime généralement en quantité équivalente de carbonate de calcium. [13]

Chapitre II : Caractéristiques et normes de potabilités des eaux

Une dureté supérieure 200 mg/L peut provoquer l'entartrage CaCO_3 (excès calcaire) du système de distribution et entraîner une consommation excessive de savon avec formation d'écume.

La concentration du calcium dans l'eau de consommation n'est pas généralement élevée par rapport au besoin journalier (2 g/j).

c. Titre alcalimétrique (TA) :

Quantité d'alcalins sous forme de carbonates et d'hydroxyde. On détermine le TA par neutralisation avec un acide fort (H_2SO_4 ou HCl), en présence d'un indicateur coloré (phénolphthaléine). [20]

$$\text{TA} = [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-]$$

$$\text{PH} > 8.3 \rightarrow \text{TA} \neq 0, \text{PH} < 8.3 \rightarrow \text{TA} = 0$$

d. Titre alcalimétrique complet (TAC) :

Le TAC est déterminé par neutralisation de toute l'alcalinité par un acide fort, en présence d'un indicateur coloré (Hélianthine). [20]

$$\text{TAC} = [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] + [\text{HCO}_3^-]$$

$$\text{TAC} = \text{TA} + [\text{HCO}_3^-]$$

$$\text{Si } \text{TA} = 0 \rightarrow \text{TAC} = [\text{HCO}_3^-], (\text{PH} < 8.3).$$

e. Calcium (Ca^{2+}) :

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Est un composant majeur de la dureté totale de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure etc. les eaux de bonne qualité renferment de 250 à 350 mg/l les eaux qui dépassent les 500 mg/l présente de sérieux inconvénient pour les usages domestique et pour l'alimentation des chaudières.

f. Magnésium (Mg^{2+}) :

Le magnésium est plus abondant après le calcium par rapport au sodium et au potassium. Le Magnésium peut avoir deux gains : Les calcaires dolomitiques qui libèrent le magnésium par

dissolution, en présence du gaz carbonique. La dissolution du $MgSO_4$ des terrains gypseux du Trias situés au Sud. [13]

g. Demande biochimique en oxygène (DBO5) :

La DBO5 est la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes présents dans un milieu pour oxyder (dégrader) les substances organiques contenues dans un échantillon d'eau maintenu dans l'obscurité, pendant 5 jours. Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matière organique biodégradable d'une eau naturelle polluée ou d'une eau résiduaire. Deux échantillons sont nécessaires : le premier sert à la mesure de la concentration initiale en oxygène, le second à la mesure de la concentration résiduaire en oxygène au bout de 5 jours. La DBO5 est la différence entre ces 2 concentrations. Plus la différence est grande et plus le milieu est demandeur en oxygène et donc mal équilibré car les déchets à transformer sont trop importants. [13]

II.3.3-Paramètres Microbiologiques:

Le principe consiste à mettre en évidence les bactéries qui se développent à 20°C – favorisant ainsi les germes spécifiques de l'eau et celles qui se développent à 37°C – favorisant ainsi les germes issus de l'homme et des animaux.

Dans les usines de potabilisation, il permet de contrôler l'efficacité des différentes étapes du traitement et en particulier de la filtration, qui pour des raisons techniques fournit des résultats variables (performances moindres après le nettoyage). Dans les réservoirs et châteaux d'eau, on suit les effets du stockage et de la stagnation sur la qualité de l'eau et sur la reviviscence des germes (des augmentations spectaculaires peuvent exister pendant la période estivale : jusqu'à 10 000 fois la concentration initiale).

On cherche globalement les bactéries dites pathogènes:

- ❖ Coliformes totaux
- ❖ Coliformes fécaux dont *Escherichia coli*
- ❖ Les streptocoques fécaux
- ❖ Les bactéries anaérobies sulfite-réductrices ou les *Clostridium sulfite-réducteurs*. [8]

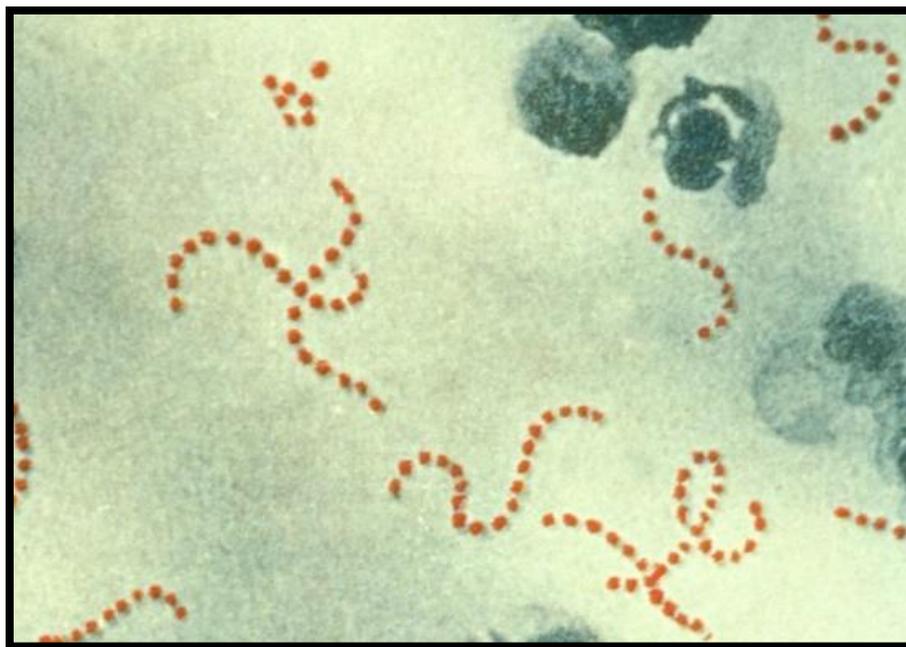


Figure n°7 : Les streptocoques dans l'eau.

Conclusion :

- Nous pensons que les paramètres décrits ici sont suffisants pour surveiller le contrôle de la qualité de l'eau distribuée pour la consommation humaine.
- L'examen de l'eau destinée à la consommation humaine est d'une importance capitale, car elle mesure l'absence ou non de micro-organismes ou de produits chimiques présents dans l'eau, ce qui peut être nocif pour la santé des gens.

II.4-les normes de potabilités :

II.4.1-Définition de la norme :

Une limite obligatoire qui ne doit pas être franchie ; les normes relèvent souvent d'un devoir ou d'une obligation légale.

Des normes sont imposées pour une eau de bonne qualité. Selon l'OMS, les normes pour une eau potable sont d'assez large gamme, afin de s'adapter aux nombreux pays sous-développés, qui ont une eau de très mauvaise qualité et qui n'ont pas de moyens technologiques afin de suivre les traitements conformes et nécessaires pour rendre une eau potable. Dans le tableau suivant, les normes d'eau potable selon l'Algérie et selon l'OMS sont : [4]

Paramètre	Unité	Normes Algérienne	Normes OMS
pH	/	6.5-8.5	6.5-9.2
Température	°C	25	-
Conductivité	µs/cm	2800	-
Résidu sec à 180°C	mg/L	2000	1500
Turbidité	NTU	2	5
Dureté total (TH)	mg/L	500	500
Calcium	mg/L	200	-
Magnésium	mg/L	150	150
Sodium	mg/L	200	-
Potassium	mg/L	20	-
Sulfate	mg/L	400	250
Chlorure	mg/L	500	250
Nitrate	mg/L	50	50
Nitrite	mg/L	0.1	0.1
Aluminium	mg/L	0.2	0.2
Phosphate	mg/L	0.5	0.5
Ammonium	mg/L	0.5	-
Matières organique	mg/L	3	-
Métaux lourds	mg/L	0.3	-
Fer	mg/L	0.3	0.3
Manganèse	mg/L	0.5	0.1

Tableau N°6 : Normes d'eau potable selon l'Algérie et selon l'OMS (source ADE). [4]

Paramètre	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
<u>Physico-chimique :</u>				
PH	6.5-8.5	6.5-8.5	>6, <9,	>5, <9
T°C	25	25-30	30-35	>35
Minéralisation	300-1000	1000-1200	1200-1600	>1600
Ca ²⁺ mg/l	40-100	100-200	200-300	>300
Mg ²⁺ mg/l	30	30-100	100-150	>150
Na ²⁺ mg/l	10-100	100-200	200-500	>500
Chlorure mg/l	10-150	150-300	300-500	>500
Sulfates mg/l	50-200	200-300	300-400	>400
<u>Organiques :</u>				
O ₂ dissous%	>100	100-50	50-30	>30
DBO5 mg/l	5	5-10	10-15	>15
DCO mg/l	20	20-40	40-50	>50
Matières organiques	5	5-10	10-15	>15
<u>Composés azotés :</u>				
Ammonium mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Nitrites mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Nitrates mg/l	0-10	10-20	20-40	>40
<u>Composés phosphorés :</u>				
Phosphates mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
<u>Eléments toxiques et indésirables :</u>				
Fe mg/l	0-0.5	0.5-1	1-2	>2
Mn mg/l	0-0.1	0.1-0.3	0.3-1	>1
Cr mg/l	0	0-0.05	0.05-0.5	>0.5
Cu mg/l	0-0.02	0.02-0.05	0.05-1	>1
Zn mg/l	0	0-0.5	0.5-1	>1
Cd mg/l	0	0	0-0.01	>0.01
Pb mg/l	0	0	0-0.05	>0.05
F ⁻ mg/l	0	0-0.8	0.8-1.5	>1.5
CN ⁻ mg/l	0.001-0.002	0	0-0.02	

Tableau N°7 : Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie. [13]

A high-speed photograph of a single water droplet falling into a pool of water. The droplet is suspended in mid-air, just above the surface, with a thin trail of water behind it. The impact has just occurred, creating a series of concentric ripples that spread outwards. The water is a clear, vibrant blue, and the background is a soft, out-of-focus light blue.

Chapitre III :

***Les différents procédés de
traitement des eaux***

III.1-Introduction :

Seules certaines eaux, dites minérales ou de source peuvent être commercialisées et consommées sans traitement. Cependant, pour les eaux de source par fois des traitements comme l'aération, la décantation et la filtration peuvent leur être appliqués. Toutes les autres eaux du milieu naturel dites 'brutes' ont besoin d'un traitement avant d'être consommées, afin de répondre aux normes en vigueur définissant une eau bonne pour la consommation humaine. Elles sont alors acheminées jusque dans une usine de production d'eau potable. Le traitement d'une eau brute dépend de sa qualité, liée à son origine, l'eau principale traitée étant les eaux de surface et les eaux souterraines. La figure suivante représente les différentes étapes de traitement de l'eau potable d'une eau de surface. [4]

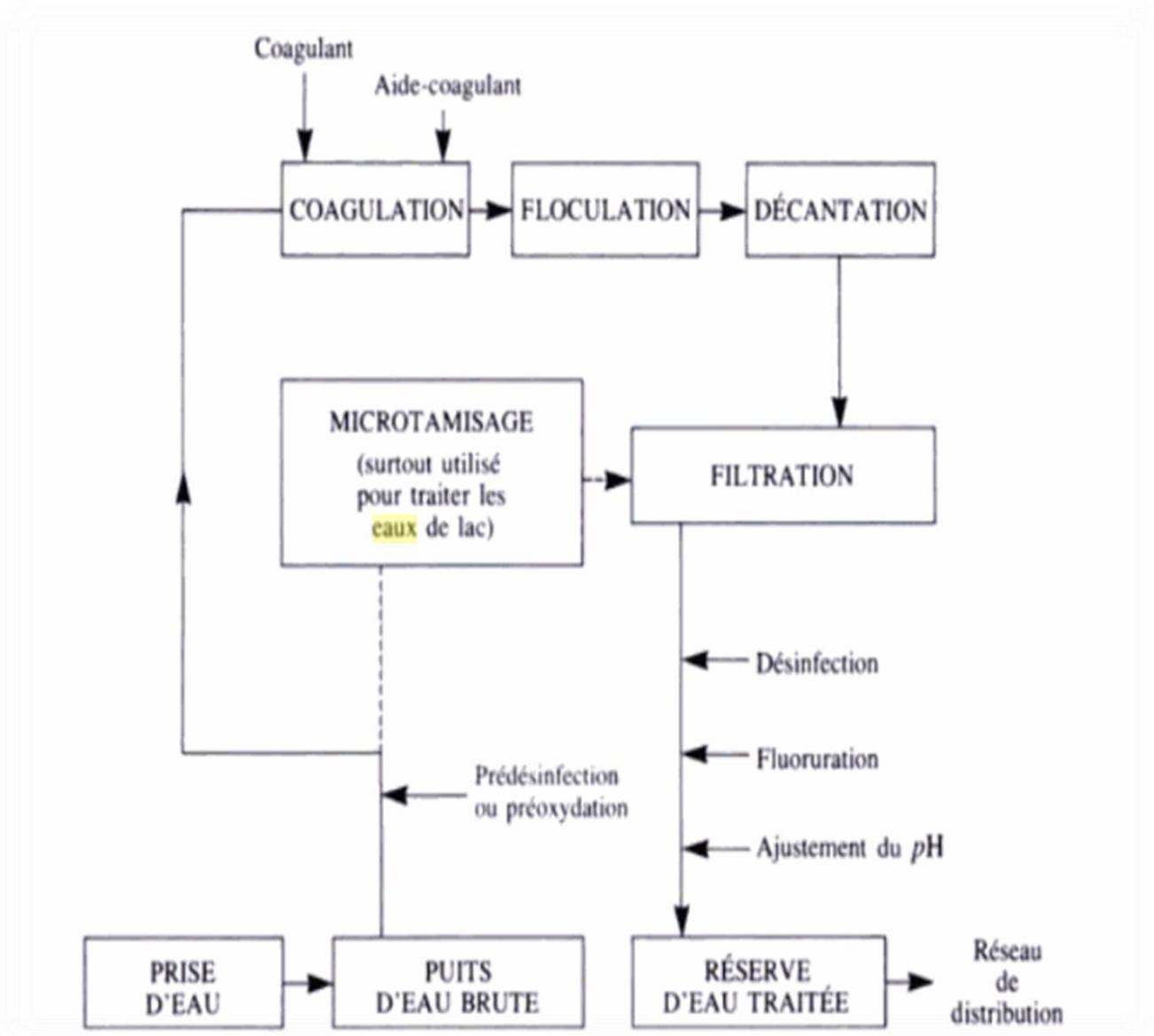


Schéma n°1 : Les étapes et unités de traitement d'une eau de surface [7]

III.2-L'objectif de traitement :

Le traitement doit être ajusté à la composition chimique de l'eau captée. Il varie donc d'un site à l'autre. Si, pour certaines eaux, un traitement partiel ou simple tel que la filtration rapide et la désinfection des eaux suffit, d'autres nécessitent un traitement complet plus ou moins complexe, voire des traitements spécifiques afin d'éliminer les polluants particuliers. [4]

III.3-Les méthodes de traitement :

Pour rendre l'eau potable, on lui applique des traitements variés qui obéissent tous au même principe : éliminer les éléments de matière contenus dans l'eau par étapes successives, jusqu'aux organismes microscopiques comme les virus et les microbes. Tout cela se fait dans une station de traitement d'eau potable. [8]

III.3.1-Le prétraitement :

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers. Ces éléments sont en général les déchets d'assez grande taille.

- A. Le dégrillage.
- B. Le tamisage.
- C. Le Micro-tamisage.

A) Le Dégrillage :

Premier poste de traitement, l'eau passe à travers des grilles pour arrêter les éléments grossiers :

- Permet de protéger les ouvrages aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les tuyauteries de liaison.
- De séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute. [18]

L'installation de dégrillage se compose : d'un canal, de la grille, du dégrilleur et d'une benne pour les déchets. L'espacement entre les barreaux des grilles est soit plus de 3 cm (dégrillage grossier) ou de moins de 3 cm (fin). [19]

B) Le tamisage :

L'eau est, ensuite, filtrée à l'aide d'un tamis rotatif dont l'écartement des mailles est compris entre 6 et 0,5 mm, le fonctionnement est simple : la vitesse du flux est réduite par une boîte d'alimentation. L'eau passe sous une lame siphonide qui élimine les turbulences avant que les liquides et les solides en suspension soient au contact du tamis rotatif. Les solides restent à la surface externe du filtre et sont retirés par une lame. L'effluent traverse le tamis cylindrique de l'intérieur vers l'extérieur assurant ainsi l'auto-nettoyage, son action est complétée par une rampe de lavage. [8]

C) Le Micro-tamisage :

C'est une opération destinée à faire passer un liquide contenant des impuretés à travers une toile de fils ou de fibres ou à travers une membrane poreuse. [7] Durant le passage du liquide, certains solides sont arrêtés soit directement (par les mailles du micro tamis) soit indirectement par les matières solides accumulées sur le micro tamis). La grosseur des mailles d'un micro tamis est inférieure à 150µm.

On utilise principalement les micro tamis pour :

- Traite les eaux de lac faiblement contaminées, dont la turbidité est faible et la couleur peu accentuée. Dans ce cas, le micro tamisage est habituellement suivi d'une filtration et d'une désinfection ;
- Réduire la quantité de matières en suspension (MES) présentes dans les eaux usées après épuration ;
- Clarifier les eaux résiduaires industrielles ;
- Récolter les algues à la sortie d'un traitement par lagunage. [12]

III.3.2-Pré-oxydation :

Cette étape va s'insérer dans une filière, en la plaçant en aval des prétraitements physiques et en amont des traitements classiques. L'intérêt d'un traitement chimique d'oxydation est de permettre une meilleure élimination de certaines substances lors des étapes suivantes. [8]

Particulièrement :

- ♣ Augmentation de l'efficacité de la coagulation/floculation,

Chapitre III : Les différents procédés de traitement des eaux

- ♣ Réduction des matières organiques et de l'azote ammoniacal,
- ♣ Oxydation de certains métaux (précipitation améliorée),
- ♣ Amélioration du traitement de certains composés (pesticides, solvants chlorés),
- ♣ Éviter le foisonnement des algues
- ♣ Réduction des goûts et des odeurs,
- ♣ Ré-oxygénation de l'eau. [7]

Pendant longtemps, le chlore a été le plus souvent utilisé comme oxydant chimique lors de l'étape de pré-oxydation. Mais depuis une vingtaine d'années, on a découvert que le chlore réagissait avec les matières organiques naturelles présentes dans l'eau (substances humiques entre autres), [8] est le réactif le plus économique, mais il a comme inconvénient, la formation des composés dangereux pour la santé de l'être humain, aussi la formation avec certains micropolluants des composés organochlorés du type chloroforme ou des composés complexes avec les phénols du type chlorophénol dont le goût et l'odeur sont désagréables. [20]

La pré-chloration d'eau brute a pour but :

- D'oxyder le fer et le manganèse contenus dans l'eau brute, donc de détruire les matières organiques afin d'améliorer l'odeur et le goût.
- De détruire les micro-organismes, d'inhiber la croissance algale et la formation de biofilm.
- Le produit généralement utilisé est le chlore. [18]

La demande en chlore est déterminée au laboratoire par la méthode du break-point. La mesure du chlore résiduel (chlore total) après environ 30 minutes donne la courbe d'absorption du chlore.

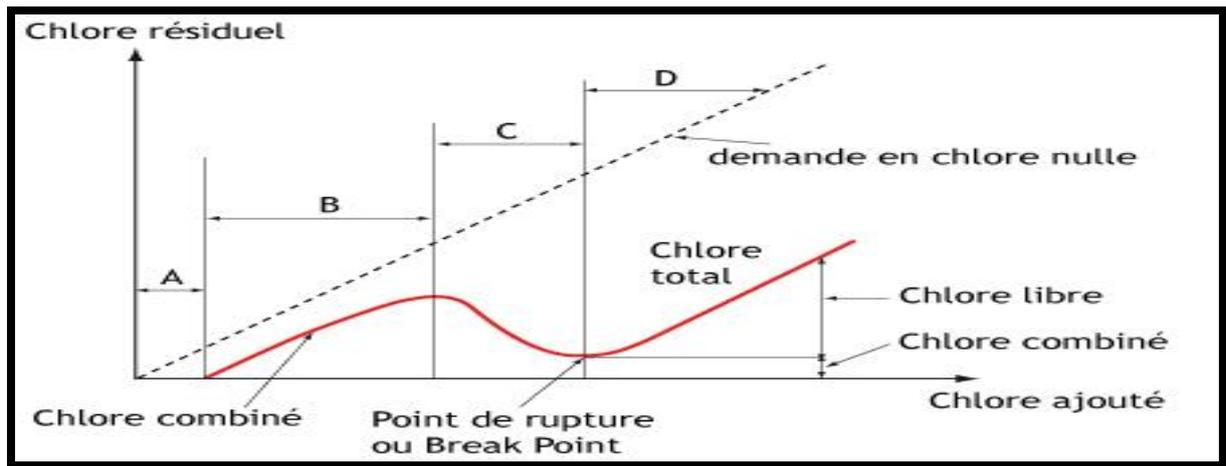


Figure n°8 : Courbe d'absorption de chlore. [21]

- A. Destruction du chlore par les composés minéraux (fer, manganèse...);
- B. Formation de composés chlorés organiques et de chloramines, réduction des monochloramines et des dichloramines, formation des trichloramines;
- C. Destruction des chloramines par ajout de chlore supplémentaire; Point de rupture (break-point) : les mono-, di et trichloramines ont pratiquement disparu;
- D. Production de chlore actif. Tout le chlore ajouté sera sous forme d'acide hypochloreux (HClO), mais il reste du chlore combiné (trichloramines et autres sous-produits de désinfection). Les trichloramines ont un très léger effet désinfectant, mais ils donnent un goût de chlore à l'eau.

III.3.3-Clarification:

La clarification est l'ensemble des opérations permettant d'éliminer les matières en suspension (MES) d'une eau brute ainsi que la majeure partie des matières organiques. La clarification comprend les opérations de coagulation-floculation de décantation et de filtration. [8]

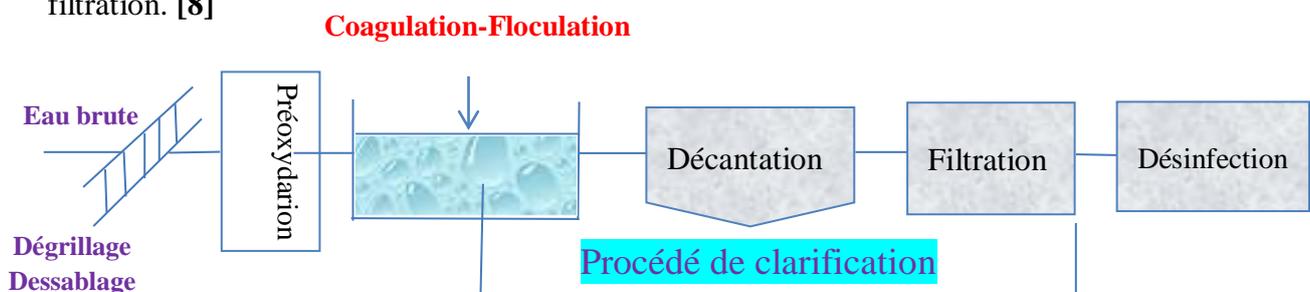


Schéma n°2 : Procédé de clarification [11]

III.3.3.1-La coagulation-floculation

L'opération de coagulation-floculation a donc pour but la croissance des particules (qui sont essentiellement colloïdales) par déstabilisation des particules en suspension puis formation de flocons par absorption et agrégation. Les flocons ainsi formés seront décantés et filtrés par la suite. Les particules colloïdales en solution sont « naturellement » chargées négativement. Ainsi, elles tendent à se repousser mutuellement et restent donc en suspension. On dit qu'il y a stabilisation des particules dans la solution. [8]

➤ Particules en suspension :

Les particules en suspension (notées PM en anglais pour Particulate matter) incluent les matières microscopiques en suspension dans l'air ou dans l'eau. Les particules en suspension dans l'air se nomment aérosol. La toxicité des particules en suspension est essentiellement due aux particules de diamètre inférieur à 10 μ m. Les particules en suspension dans l'eau sont traitées par des procédés mécaniques, biologiques (filtration bactérienne,...), physico-chimique (précipitation,...) dans les stations d'épuration. Les particules en suspension dans une eau de surface proviennent de l'érosion des terres, de la dissolution de substances minérales et de la décomposition de substances organiques.

➤ Colloïdes :

Mélange d'un liquide et d'une suspension de particules solides de si petites tailles qu'elles se répartissent de façon homogène. Le mélange peut rester liquide ou prendre la consistance d'une pâte ou d'un gel. Dans une eau de surface, Les colloïdales sont des particules de très faibles diamètres chargées électro négativement, ce qui leur confère une vitesse de sédimentation extrêmement faible on procède donc à une coagulation floculation pour les éliminer.

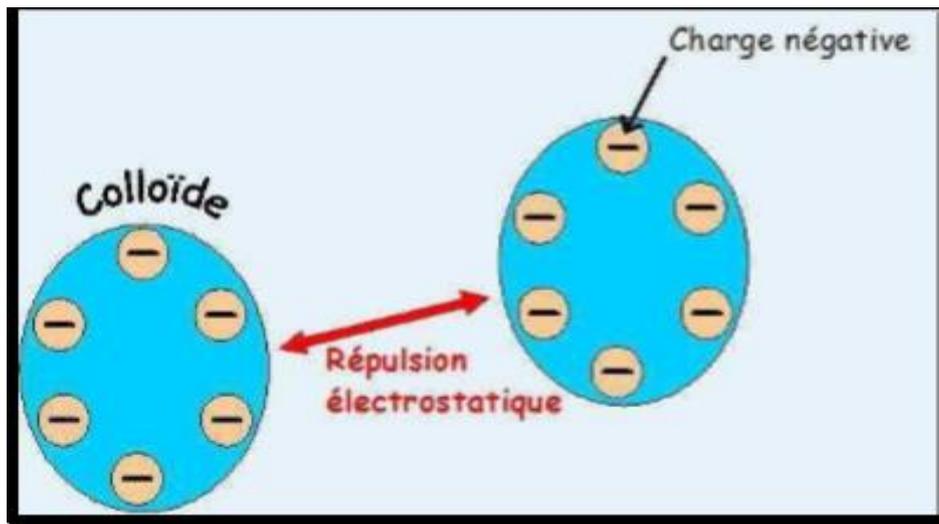


Figure n°9 : Structure des colloïdales [18]

A. La Coagulation

Ce traitement consiste à ajouter des produits chimiques ou des coagulants, la charge positive de ces derniers neutralise la charge négative des particules dissoutes dans l'eau. Quand cette réaction se produit les particules se lient et forment des petits floccs qui se séparent lentement de l'eau. Les coagulants les plus utilisés en traitement des eaux sont :

- ❖ Les sulfates d'alumine $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$
- ❖ Le chlorure ferrique $FeCl_3$. [18]

Le choix du coagulant pour le traitement de l'eau de consommation doit tenir compte de l'innocuité du produit, de son efficacité à réduire la couleur, la turbidité et les matières organiques d'une eau.



Figure n°10 : L'injection des produits chimiques « Chaiba »

B. La Flocculation

La taille des floccs déjà formés aux cours de la coagulation n'est pas suffisante pour la décantation, alors on injecte un flocculant accompagné d'une agitation lente, l'agglomérat obtenu aura une taille satisfaisante pour sédimenter dans le bassin. [18]

Les flocculant ou adjuvants de flocculation sont, dans leur grande majorité, des polymères de poids moléculaire très élevée ils peuvent être de nature minérale, organique naturelle ou organique de synthèse. [8] Le temps nécessaire pour la coagulation-flocculation est de 20 à 30 min.



Figure n°11 : Les produits de laboratoire station « Chaiba »

- ❖ **Le Jar- Test** : permettant de déterminer la dose optimale du réactif (Le sulfate d'alumine, la chaux si nécessaire, l'adjuvant de floculation et le chlore) à utiliser. [20]

-Appareil du Jar-test : Une procédure de laboratoire qui simule les unités de coagulation / floculation de l'usine de traitement de l'eau avec des doses chimiques différentes, des vitesses de mélange et des temps de décantation pour estimer la dose de coagulant minimale ou idéale requise pour atteindre certains objectifs de qualité de l'eau.

Afin de déterminer les doses nécessaires pour une bonne coagulation-floculation, il faut toujours avoir recours à l'expérience dite « Jar-test ». En plus de la détermination la dose de coagulant, les essais de jar-test permettent de visualiser la floculation et de connaître ses effets aussi bien sur l'eau décantée que sur les boues. Ils doivent être effectués à une température voisine de celle que possédera effectivement l'eau au cours de son traitement in situ.



Figure n°12 : Essai du Jar-test station « Chaiba »

-Une série de 6 béchers sont agités de façon identique. Un bêcheur contient une suspension témoin (sans addition de coagulant). Les autres contiennent la même suspension mais soumise à des doses croissantes de coagulant. Les réactifs sont d'abord mélangés rapidement pendant une courte durée. Puis l'agitation est réduite pour favoriser la floculation (5 min puis 1 min).

-Enfin les flocons sont laissés au repos et les résultats sont appréciés visuellement ou par des mesures de turbidité.

III.3.4-Décantation :

La décantation consiste à la séparation de MES qui sont rassemblés sous forme de flocons après l'étape de coagulation –floculation. Il s'agit d'un procédé de séparation solide/liquide basé sur la différence de densité des particules. [18] Il est bien connu que les particules en suspension sédimentent en fonction de leur taille, donc pour obtenir une bonne décantation, il est nécessaire d'augmenter le diamètre des particules d'où l'utilité de la coagulation-floculation. Le temps nécessaire pour la décantation des flocons est 2 heures.

A partir de notre visite de la station de Chaiba il y a :

4 décanteurs de type pulsator chacun possède un débit de 250 l/s.

- ✓ Le décanteur pulsator est constitué par un bassin fond plat muni à sa base d'une série de tuyaux perforés permettant d'introduire l'eau brute uniformément sur toute la surface du décanteur. [22]



Figure n°13 : Décanteur pulsator « Chaiba »

Diamètre de la particule (mm)	Type de particule	Temps de décantation
10	Gravier	1 seconde
1	Sable	10 secondes
0.1	Sable fin	2 minutes
0.01	Argile	2 heures
0.001	Bactérie	8 jours
0.0001	Particule colloïdale	2 ans
0.00001	Particule colloïdale	20 ans

Tableau N°8 : Durée de décantation en fonction de la taille des particules. [23]

III.3.5-Filtration :

Procédé qui consiste à retirer les particules en suspension en faisant passer l'eau à travers plusieurs types de milieux filtrants, comme le sable, le gravier, le charbon en grains et divers filtres à tissu, à fibres et à céramique. La majorité des filtres reposent sur un procédé physique de tamisage, mais certains fonctionnent également grâce à des mécanismes chimiques. [14]

Il y a deux types de filtration de base par le sable : la filtration lente par le sable et la filtration rapide par le sable.

- ➔ La filtration lente par le sable est un processus biologique parce qu'elle emploie des bactéries pour traiter l'eau. Les bactéries forment une couche sur la partie supérieure du sable et nettoie l'eau pendant qu'elle traverse, en digérant les contaminants dans l'eau. La couche de bactéries s'appelle le biofilm. [4]
- ➔ La filtration rapide par le sable est un processus physique qui enlève les solides en suspension dans l'eau. Cette filtration rapide est beaucoup plus répandue parce que les filtres de sable rapide ont des débits assez élevés et exigent peu d'espace pour fonctionner. [4]

A partir de ce qu'on a vu dans la station de « Chaiba » il y'a :

12 filtres à sable de 0,9 m d'épaisseur.



Figure n°14 : bassin de filtration

III.3.6-Désinfection:

C'est l'étape finale à la station de traitement, l'objectif recherché à ce stade est la destruction des bactéries pathogènes de l'eau pour éviter les maladies hydriques. Pour les désinfectants, on peut citer à titre d'exemple : l'ozone, dioxyde de chlore, rayonnement UV et le chlore qui est l'agent le plus utilisé comme désinfectant final à la station de traitement. Finalement on obtient une eau potable qui peut être destinée à la consommation humaine. [18]

L'eau est stockée dans les réservoirs de la station d'une capacité de 1000 m³, puis pompée pour qu'elle soit distribuée.

→ Un désinfectant ou un procédé de désinfection doit:

- ✓ Ne pas être toxique pour les humains ou les animaux,
- ✓ Être toxique, à de faibles concentrations, pour les microorganismes,
- ✓ Être soluble dans l'eau,
- ✓ Former avec l'eau une solution homogène,
- ✓ Être facile à manipuler et ne faire courir aucun danger aux opérateurs. [7]

La méthode	Avantages	Inconvénients
Chloration	Système simple et peu coûteux	goût chloré de l'eau, dangerosité de certains dérivés chlorés, l'efficacité du chlore dépend du pH de l'eau, stockage et transport réglementés
Ultrafiltration	Système simple, automatisable, pas de consommable à renouveler, pas de résidus dans l'eau.	Investissement de départ important, maintenance nécessaire par équipe spécialisée.
Stérilisation par rayonnement UV	Système économique, pas de stockage de produits chimiques, pas de dérivés dans l'eau.	Les bactéries sont inactivées, et ne peuvent se reproduire mais elles ne sont pas éliminées. L'eau doit être consommée immédiatement et ne peut pas être stockée, certaines particules présentes dans l'eau peuvent stopper les rayons U.V. et compromettre l'efficacité du traitement.
Ozonisation	L'ozone se décompose en oxygène et ne laisse pas de dérivés dans l'eau, production de l'ozone sur place (à partir de l'oxygène).	Investissement de départ important, système complexe, très énergivore, certains matériaux ne résistent pas à l'ozone.

Tableau N°9 : Les différentes méthodes de désinfection de l'eau [24]

A large, clear water droplet is captured in mid-fall, suspended in the air above a pool of water. The droplet is perfectly spherical and transparent, reflecting light. Below it, the water surface is disturbed, creating concentric ripples that spread outwards. The overall scene is set against a light, neutral background, emphasizing the clarity and purity of the water.

Chapitre IV:

***Description de la station de
traitement***

Chapitre IV : Description de la station de traitement

IV.1-Introduction :

La ville d'Annaba est alimentée en eau brute par les deux barrages « Cheffia » et « Mexa » Situés à une distance d'environ 60 Km et 40 Km. Ces deux barrages sont alimentés par les eaux des bassins versant montagneux au Sud-Est de la wilaya « d'El Taref ». [8]

IV.2-Les deux barrages :

A. La situation géographique du barrage de Cheffia :

Situé à environ 50 km au Sud- Est de la ville d'Annaba, sur l'oued Bounamoussa, il contrôle un bassin versant de 579 Km², il est destiné à : L'alimentation en eau potable des wilayas Annaba et El Taref ainsi que l'approvisionnement en eau des complexes industriels, en particulier le complexe industriel d'El Hadjar et l'irrigation du périmètre de la Bounamoussa.



Figure n°15 : Image satellitaire du Barrage Cheffia (Google Earth)

B. La situation géographique du barrage de Mexa :

Situé à 20 Km au Sud de la ville d'El Kala sur l'Oued Kebir Est, ce barrage drainait initialement un bassin d'une superficie de 560 Km², ramené à 393 Km² après la construction d'un barrage sur l'Oued Barbara en Tunisie et réduit à 158 Km² après la réalisation du barrage Bougous.

Chapitre IV : Description de la station de traitement

Cet ouvrage régularise un volume annuel de 30 hm³, destiné à l'alimentation en eau potable du Couloir : El Kala – Annaba



Figure n°16 : image satellitaire du Barrage Mexa (Google Earth)

- Certaines communes de la wilaya d'Annaba ne sont pas concernées par l'approvisionnement en eau potable des barrages de Cheffia et Mexa. Où ils sont alimentés en eau potable par des forages (puits), ces communes sont : [25]

N°	La commune	Population
01	AIN EL BERDA	24.000
02	CHEURFA	12.000
03	EL EULMA	12.000
04	BERRAHAL	30.000
05	TREAT	8.000
06	CHETAIBI	8.000
Total		94.000

Tableau N°10 : les communes alimentées en eau par des forages. [25]

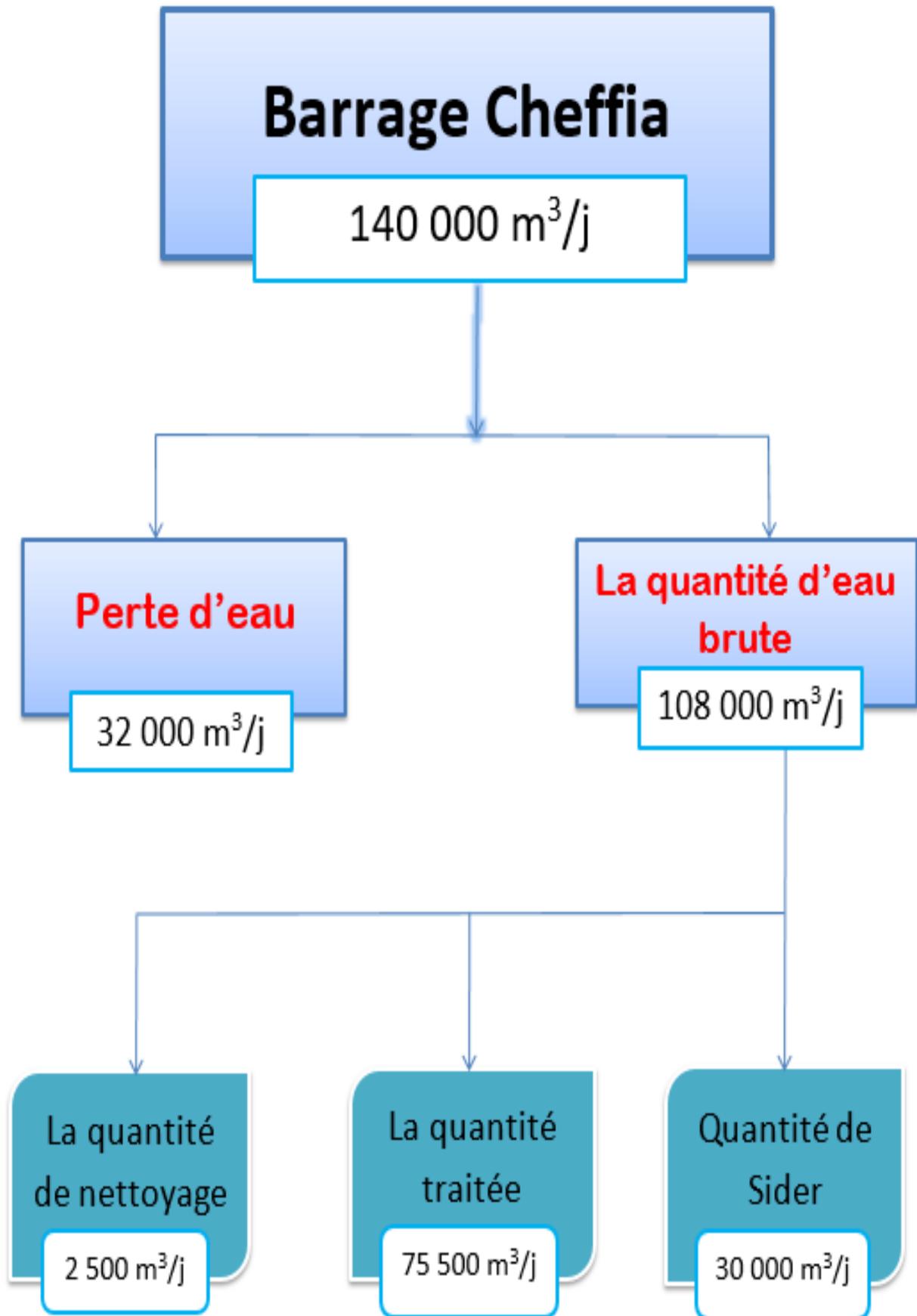


Schéma n°3 : L'alimentation en eau potable du barrage Cheffia [25]

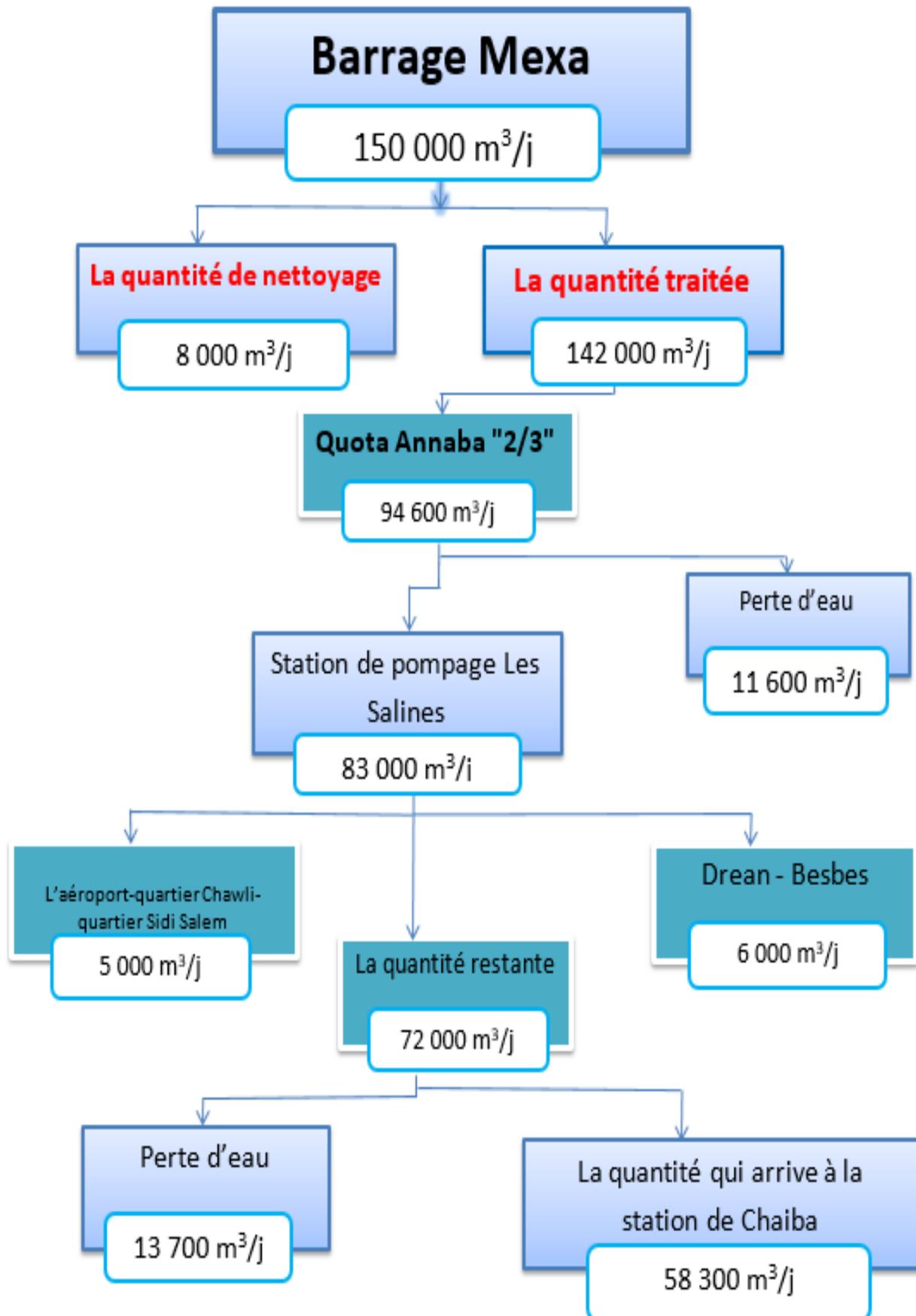


Schéma n°4 : L'alimentation en eau potable du barrage Mexa [25]

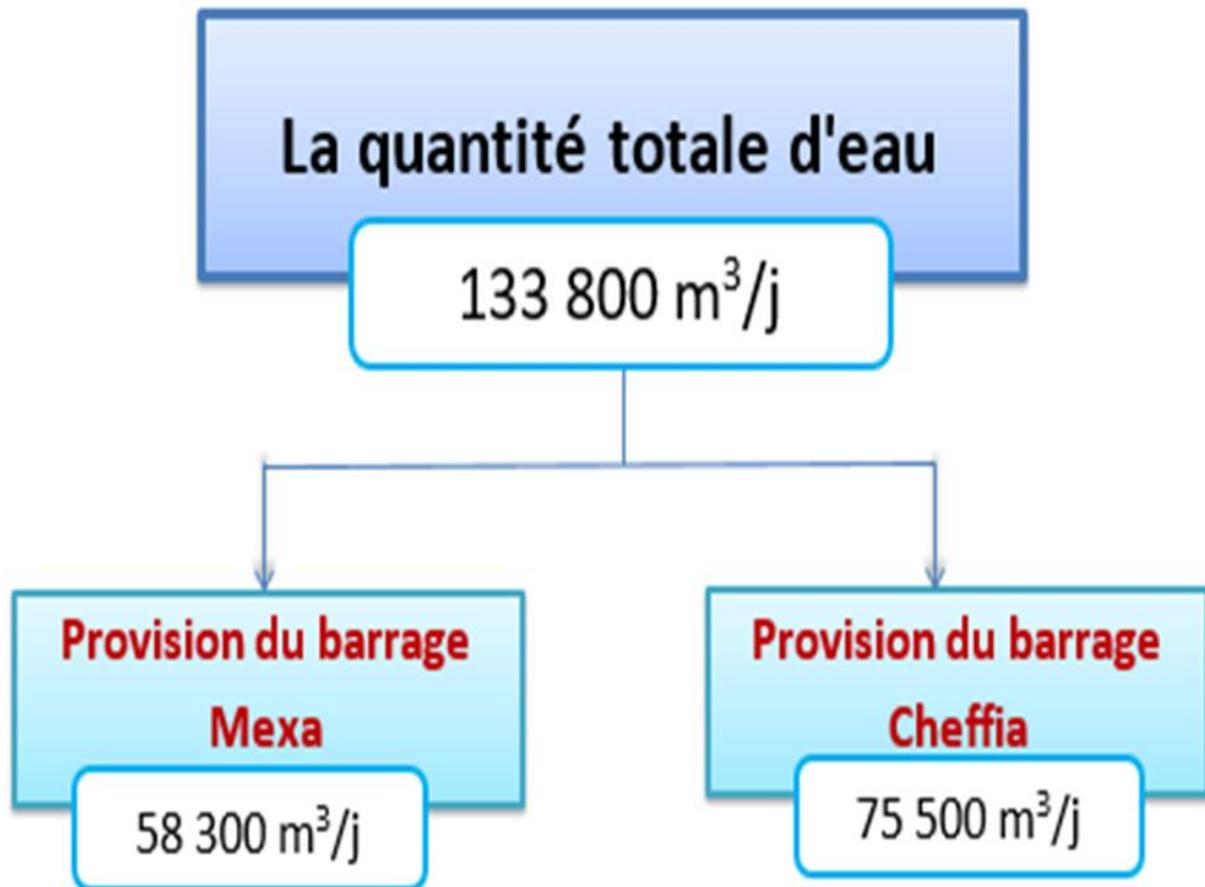


Schéma n°5 : La quantité totale d'eau potable pour Annaba [25]

IV.3-Présentation de la station de Chaiba :

a) Historique de la station de Chaiba :

La station de Chaiba est construite en 1969 par « Dégrement » et la société « Bounner /Socea conduit ». Elle est alimentée par le barrage de « Cheffia », par les forages « Hnichet, Salines, Pont Bouchet » (elle traite de 1000 l/s) et aussi elle reçoit les eaux traitées de la station de traitement de Mexa. La réhabilitation de cette station est faite en 2004 par le renouvellement total de tous les équipement électriques et automatique, ainsi que les décanteurs pulsateurs et les filtres à sable. [26]



Figure n°17 : image satellitaire de la station de traitement des eaux « Chaiba » (Google Earth)

b) Définition de la station de Chaiba :

C'est une station de traitement et production d'eau potable, se trouve à Chaiba (commune de Sidi Ammar Annaba à une hauteur isométrique de 77m).

L'attribution du centre de production Chaiba en eau brute effectuée par une conduite de longueur $L= 36\text{km}$ du barrage (Cheffia) jusqu'à l'entrée de la station. [8] [26]



Figure n°18 : la station de traitement des eaux « Chaiba »

c) Description de la station Chaiba :

La station de traitement de Chaiba qui traite 1000 l/s est dite station conventionnelle dont la description est la suivante :

- ✦ Réservoir d'eau brute.
- ✦ Poste de pré chloration.
- ✦ Coagulation floculation (Mélangeurs rapides).
- ✦ Décanteurs pulsateurs.
- ✦ Filtres à sable.
- ✦ Désinfection.
- ✦ Réservoir eau traitée.

1) Réservoir d'eau brute :

- Un dispositif de vidange du réservoir avec manchette de scellement $\varnothing 200$ et vanne manuelle $\varnothing 200$ mm avec tige de commande et volant de manœuvre .
- Une vanne de garde placée à la sortie du réservoir devant la vanne AVIO spécifiés ci-après.

Chapitre IV : Description de la station de traitement

- Une échelle d'accès à la plateforme de manœuvre de la vanne de garde, en tube métallique. [22]



Figure n°19 : Vanne Avio entrée station « Chaiba »

2) Poste de pré chloration :

Dans ce canal d'amenée, l'eau brute est comptée à l'aide d'un transmetteur et reçoit d'un chloromètre Fischer et porter la dose de chlore nécessaire à sa pré-chloration, puis par une longue tuyauterie de 0.900 m cette eau va arriver aux deux ouvrages de partage et de mélange. [8]

3) Mélangeurs rapides et tuyauterie de liaison entre mélangeurs rapides et décanteurs :

- Deux cuves pour mélangeurs.
- Tuyauterie de liaison entre les mélangeurs rapides et les quatre pulsators. [22]

4) Décanteurs pulsators :



Figure n°20 : Vue générale d'un décanteur PULSATOR « Chaiba »

Cette opération de décantation traite un débit de 1000 l/s, elle contient 4 décanteurs identiques type "PULSATOR", (Surface de décanteur: 333 m², Débit de décanteur: 250 l/s, Hauteur d'eau : 4.20 m). [26]

Pour chaque décanteur de type "PULSATOR", comprend :

➤ **Ramificateurs inférieures :**

Un bassin fond plat muni à sa base d'une série de tuyaux perforés (ramificateurs inférieures en amiante- ciment de Ø 300 mm) permettant d'introduire l'eau brute uniformément sur toute la surface du décanteur. [26]



Figure n°21 : installation des ramificateurs inférieures « Chaiba »

➤ **Ramificateurs supérieures :**

A la partie supérieure, est disposée également une série de tuyaux perforés (ramificateurs supérieures en amiant-ciment de \varnothing 125 mm) de manière à recueillir régulièrement l'eau décantée, et éviter toute irrégularité de vitesse dans les différentes parties de l'appareil.



Figure n°22 : Les ramificateurs supérieures « Chaiba »

➤ **Une cloche d'eau :**

A pour but d'introduire l'eau brute dans le PULSATOR (cloche blanche). La cloche est mise naturellement en communication avec le collecteur inférieur du décanteur, l'eau brute ne

Chapitre IV : Description de la station de traitement

pénètre pas dans ce dernier mais le niveau monte progressivement dans la cloche. Lorsque ce niveau a atteint une certaine valeur voisine de 0,70m au-dessus du niveau de l'eau dans le décanteur et à l'aide d'un relais électrique, on commande l'ouverture brusque d'une soupape de mise en communication de la cloche avec l'atmosphère. La pression atmosphérique s'applique donc immédiatement sur l'eau préalablement stockée dans la cloche et qui pénètre dans le décanteur avec une très grande vitesse.

Ces appareils sont généralement réglés de telle sorte que la vidange de la cloche du décanteur s'effectue en 5 à 10 secondes, alors que le temps de remplissage de cette cloche dure 15 à 30 secondes. [26]

➤ **Tranquillisateurs:**

Dans la moitié inférieure du décanteur au niveau des ramificateurs inférieurs on trouve ce que l'on appelle les tranquillisateurs ou dépôt une couche de boue homogène animée de mouvements alternatifs de bas en haut pendant chaque vidange de la cloche, et de haut en bas pendant chaque période qui lui succède. [26]

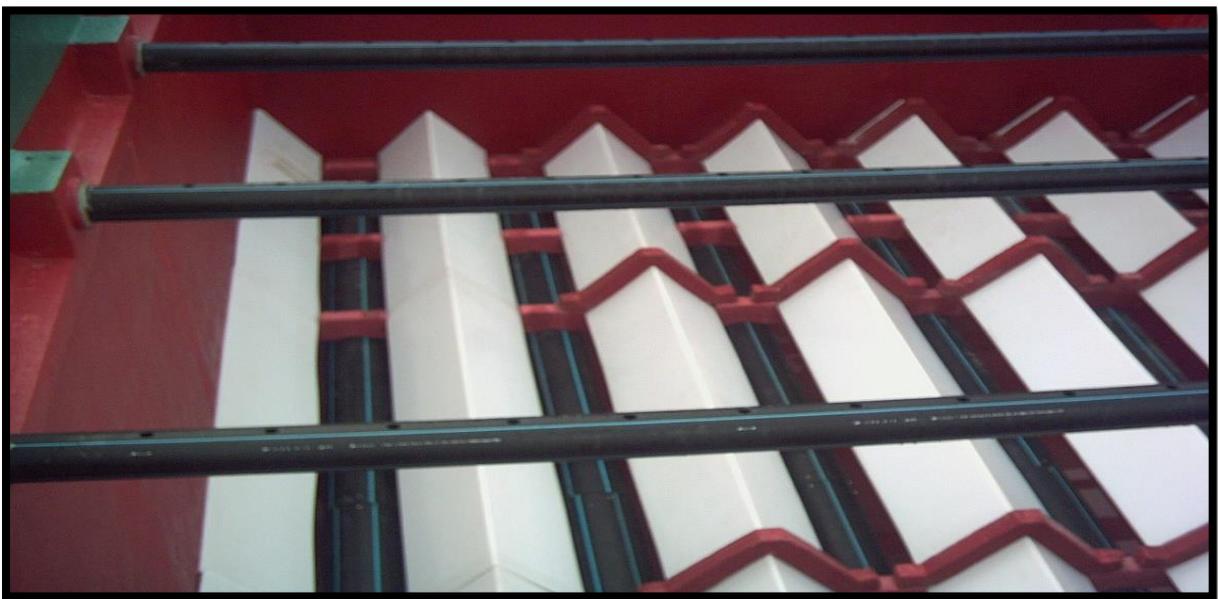


Figure n°23 : Les tranquillisateurs « Chaiba »

➤ **Concentrateur :**

La couche de boue tend évidemment à augmenter de volume du fait des impuretés apportées par l'eau brute et les réactifs flocculant introduits ; son niveau tend donc à augmenter régulièrement. Lorsque celui-ci atteint une certaine valeur, il est nécessaire d'évacuer l'excédent

Chapitre IV : Description de la station de traitement

à l'égout. Pour cela, une certaine zone du décanteur est réservée pour former des fosses à fond incliné dans lesquelles la boue s'écoule et se concentre. C'est à partir de ces fosses que l'on effectuera les purges de déconcentration d'une manière intermittente, à l'aide de vannes automatiques commandées par une minuterie. [26]

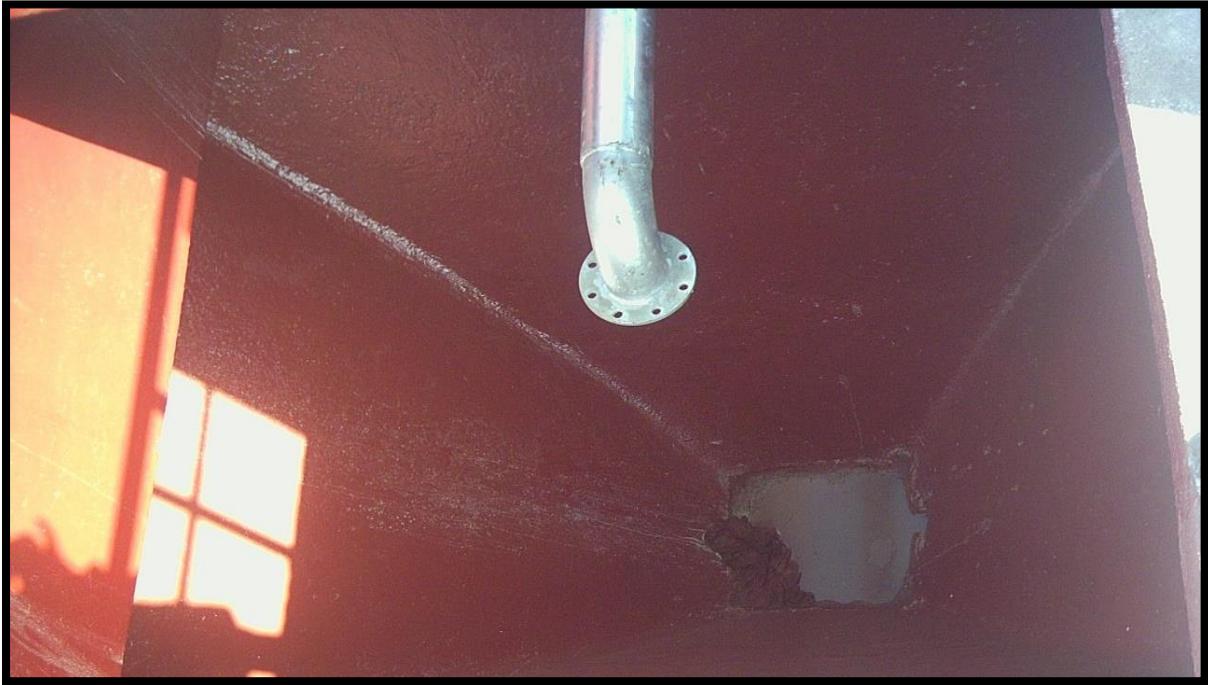


Figure n°24 : Concentrateur de boue « Chaiba »

→ La technique d'un pulsator :

L'eau préalablement coagulée arrive par le bas de l'appareil et traverse ce lit de boues pour ressortir clarifiée en haut du décanteur. Le lit de boues est maintenu en expansion grâce à un fonctionnement pulsatoire.

La cloche est mise en dépression par pompage de l'air qu'elle contient, ce qui fait monter le niveau progressivement, jusqu'à atteindre une hauteur de 0,6 à 1 m au-dessus du plan d'eau. Pendant cette phase, le lit de boues se tasse sous l'action de la gravité.

Lorsque le niveau haut est atteint dans la cloche, la vanne casse-vide est ouverte ; l'eau s'écoule alors à grande vitesse à travers les rampes de distribution, faisant l'effet d'une chasse. Le lit de boues se détasse. Les boues en excès (impuretés de l'eau et réactif) se déversent dans les concentrateurs d'où elles sont extraites à intervalles réguliers. [27]

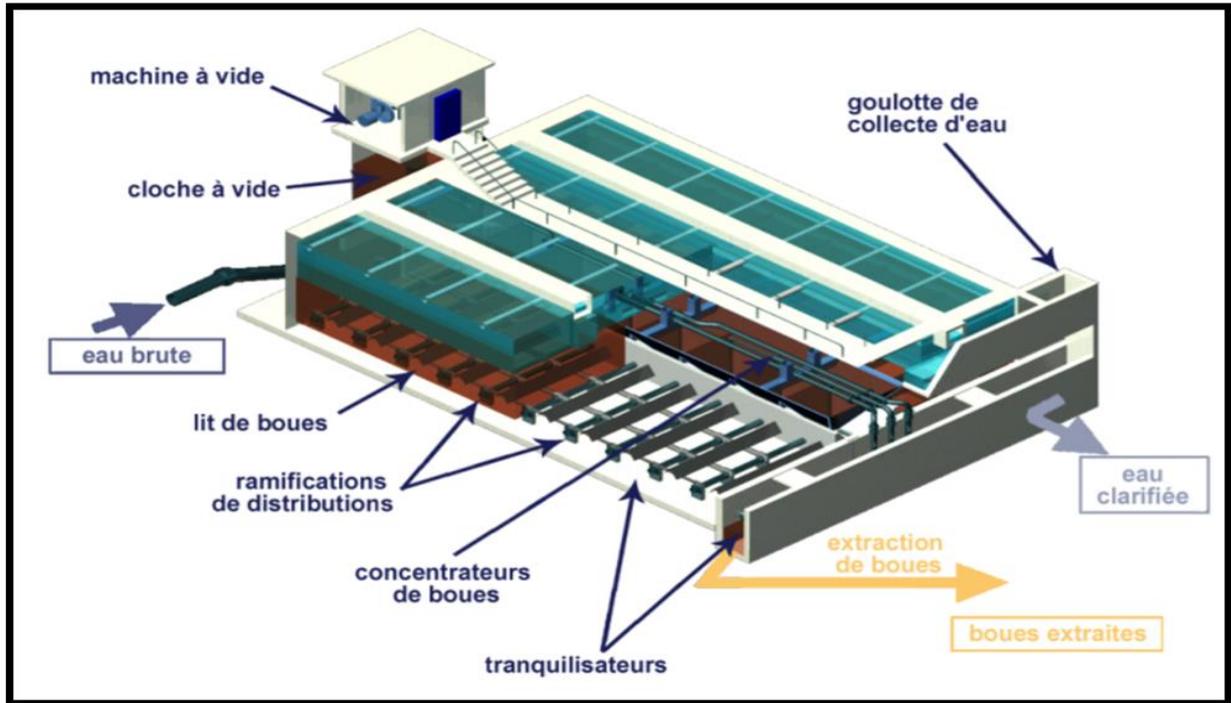


Figure n°25 : Décanteur PULSATOR. [27]

5) Filtre à sable :

La batterie filtrante comprend 12 filtres AQUAZURE à planche béton et buselures longue queue, de surface filtrante 60m^2 (3456 buselures longue queue). [8] [26]



Figure n°26 : Filtres à sable « Chaiba »

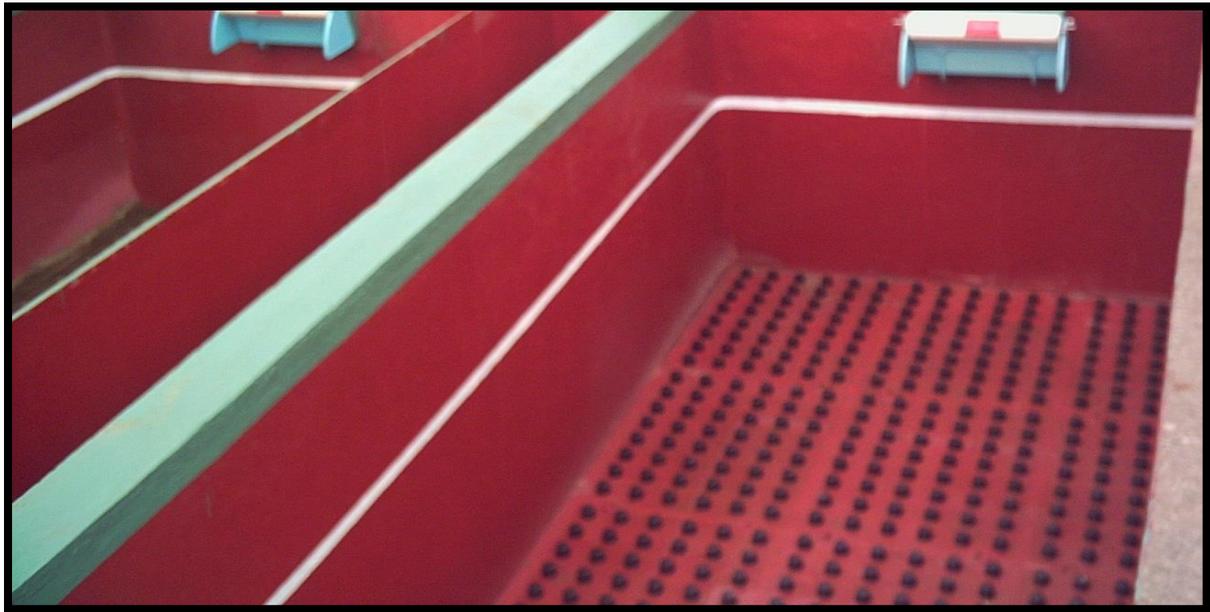


Figure n°27 : Plancher de buselure d'un filtre « Chaiba »

La filtration est le procédé de finition de clarification de l'eau. Le mélange solide-liquide, que constituent les eaux brutes peu chargées en matières en suspension, ou bien les eaux préalablement traitées, passe à travers un milieu poreux, sous l'action d'un gradient de pression.

5.1-Lavage des filtres :

Le lavage est une opération essentielle pour le bon fonctionnement d'un filtre. Il faut, en effet, que la régénération du milieu filtrant soit homogène (pour que l'eau n'ait pas ensuite de passages préférentiels, dus à l'existence de zones à pertes de charge plus élevées) et suffisante (pour éviter le développement de microorganisme susceptibles d'altérer la qualité de l'eau).
[23]

Pour laver un filtre, fermer la vanne de sortie d'eau filtrée.

❖ Décolmatage :

- Mettre en route le groupe électropompe de décolmatage ;
- Ouvrir la vanne d'entrée d'eau de lavage sur le filtre laisser environ 10 à 50 secondes.

❖ Soufflage :

- Mettre en route le groupe électro-surpresseur d'air de lavage ;
- Ouvrir la vanne d'entrée d'eau de lavage sur le filtre laisser environ 10 minute;
- Fermer la vanne d'entrée d'air de lavage ;
- Arrêter le groupe électro-surpresseur d'air de lavage ;

Chapitre IV : Description de la station de traitement

- Ouvrir la vanne d'évacuation de matelas d'air.



Figure n°28 : Le soufflage

❖ Rinçage:

- Mettre un route les groupes électropompe de rinçage lorsque l'eau évacuée à l'égout est propre ;
- Arrêter les groupes électropompe décolmatage et de rinçage ;
- Fermer la vanne d'entrée d'eau de lavage sur le filtre
- Fermer la vanne d'évacuation du matelas d'air Pour remettre le filtre en service, il suffit
- D'ouvrir la vanne de sortie d'eau filtre [22]

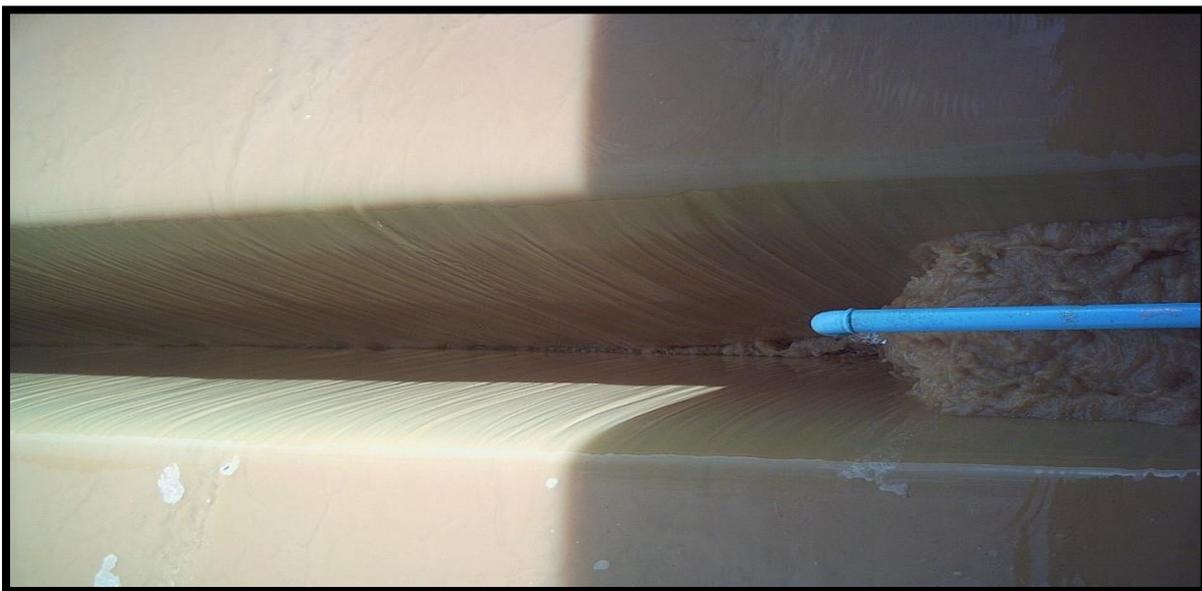


Figure n°29 : Le rinçage

6) Désinfection :

On introduit dans l'eau une dose de chlore légèrement supérieure au "test" si la température est inférieure à 10°, et légèrement inférieure au "test" si la température est supérieure à 15°, une injection de chlore ou pré chloration améliore généralement la coagulation de l'eau, ainsi que sa décoloration. [22]

7) Réservoir eau traitée :

Après la désinfection, l'eau traitée s'accumule dans un réservoir semi-enterré à une capacité de 1000 m³. [26]



Figure n°30 : réservoir d'eau traitée « Chaiba »

A large, clear water droplet is captured in mid-fall, just above a pool of water. The droplet is perfectly spherical and transparent, with a small highlight on its upper surface. As it falls, it leaves a thin, vertical trail of water behind it. Below the droplet, the water surface is disturbed, creating a series of concentric ripples that spread outwards. The background is a soft, light blue gradient, suggesting a clear sky or a clean environment. The overall composition is centered and symmetrical, emphasizing the purity and clarity of the water.

***Chapitre V :
Prélèvement et
échantillonnage***

V : Prélèvement et échantillonnage

V.1-Introduction :

Le contrôle de la qualité de l'eau produite et distribuée par l'ADE unité de Annaba est assuré par un laboratoire central et par une structure de surveillance et prévention au niveau de chaque centre de distribution, ainsi que les deux stations de traitement Chaïba et Mexa.

A tous les stades de la production, de l'adduction et de la distribution, la qualité de l'eau fait l'objet de nombreux contrôles physico-chimiques et bactériologiques. [20]

L'étude du suivi de la qualité de l'eau comporte trois étapes :

- Prélèvement, échantillonnage ;
- Analyse ;
- Interprétation.

V.2-Prélèvement et échantillonnage :

A. Principe d'échantillonnage :

Est de réaliser des prélèvements d'échantillon d'eaux, dans des endroits ou zones d'études prédéfinies dans l'espace et dans le temps ainsi que les points de prélèvement sont déterminés avec précision. Ces échantillons seront mis dans des récipients en verre ou en plastique de volume défini et ils doivent être bien représentative des points de prélèvements. [28]

B. But d'échantillonnage :

L'échantillonnage nous permet la détermination des sources de pollutions, la surveillance continue des milieux, et la quantification de la pollution. [28]

C. Précautions concernant l'échantillonnage :

Les flacons doivent être soigneusement étiquetés et transmis sans retard au laboratoire, il importe de procéder à l'analyse dans un délai très court (inférieur à 8 heures). En aucun cas l'analyse ne doit être effectuée lorsque le délai dépasse les 24 heures. En principe, la température de l'eau ne doit pas être modifiée jusqu'à son traitement au laboratoire. Si le transport doit dépasser une heure, il faut utiliser une boîte isotherme munie d'éléments réfrigérants. [28]

D. Les prélèvements:

Les prélèvements au niveau de la station de traitement Chaïba se font comme suit :

V : Prélèvement et échantillonnage

- Un échantillon d'eau brute (réservoir 3600 m³)
- Un échantillon d'eau traitée (réservoir 1000 m³)
- Un échantillon d'eau souterraine (réservoir 5000 m³)
- 12 échantillon d'eau filtrée (siphons).

V.3-Mesure de paramètres physico-chimiques au niveau de laboratoire centrale :

A. Mesure du pH et température :

Principe :

Pour la mesure de pH, nous avons utilisé la méthode électrochimique avec l'électrode de verre.



Figure n°31 : Le pH mètre

Réactifs et matériels :

Solution tampon, eau distillée, eau à analyser, papier absorbant, béccher, appareil de mesure.

Mode opératoire :

Au laboratoire on doit :

V : Prélèvement et échantillonnage

- Brancher l'appareil (le pH-mètre) et rincer l'électrode par l'échantillon à analyser.
- Dans un bécher, verser l'échantillon de l'eau à analyser.
- Plonger l'électrode dans l'échantillon d'eau, et brasser l'eau avec l'électrode pour homogénéiser appuyer sur la touche « READ », attendre le signal sonore, puis noter les valeurs du pH et de la température affichée.
- Il faut rincer l'électrode avec l'eau distillée après chaque lecture du pH d'un échantillon.

Intérêt de la mesure :

Ce paramètre donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau. Le pH (potentiel hydrogène), est le reflet de la concentration d'une eau en ions H⁺ $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. Le pH varie légèrement selon la température. L'analyse doit donc s'effectuer à 25° C.

Le pH joue un rôle fondamental à la fois :

- Dans les propriétés physicochimiques (acidité- agressivité)
- Dans les processus biologiques (limites étroites de pH).
- Dans l'efficacité de certains traitements (coagulation, adoucissement, contrôle de corrosion, chloration).

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, donc dans la détermination du pH et sur la conductivité.

B. Mesure de la conductivité :

Principe :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm.

Mode opératoire :

- Allumer l'appareil (conductimètre)
- Dans un bécher, verser l'échantillon de l'eau à tester.
- Plonger l'électrode dans l'échantillon d'eau, et brasser l'eau avec l'électrode pour homogénéiser et lire la conductivité lorsque la valeur affichée est stable.
- Il faut rincer l'électrode avec l'eau distillée après chaque lecture de la conductivité d'un échantillon.



Figure n°32 : Le conductimètre

Intérêt de la mesure :

Trouve son intérêt dans le contrôle de qualité des eaux. Sa mesure permet de déceler immédiatement une variation de la minéralisation de l'eau. La détermination préalable de la conductivité d'une eau peut fournir estimation de son résidu sec.

C. Mesure de la Turbidité :

Principe :

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau, elle est réalisée à l'aide d'un turbidimètre appelé aussi néphélométrie en utilisant des cuves en verre bien nettoyées et bien séchées, remplies avec de l'eau à analyser.



Figure n°33 : Le turbidimètre

Réactifs et matériels :

Eau à analyser, bécher, turbidimètre et du papier absorbant.

Mode opératoire :

- Mettre en marche l'appareil (turbidimètre) ;
- Rincer la cuve par l'eau distillée puis par l'échantillon ;
- Remplir la cuve de mesure par l'échantillon à analyser ;
- Refermer la cuve puis la nettoyer soigneusement ;
- Introduire la cuve dans son emplacement dans l'appareil et fermer le couvercle ;
- Au bout de quelques secondes, l'appareil affichera la mesure de la turbidité.

V : Prélèvement et échantillonnage

Intérêt de la mesure :

La turbidité désigne la teneur d'un fluide en matières qui le troublent. Dans les cours d'eau elle est généralement causée par des matières en suspension et des particules colloïdales qui absorbent, diffusent et/ou réfléchissent la lumière.

D. Mesure de chlore :

Principe :

C'est une méthode calorimétrique au DPD (diméthyle paraphénylène diamine) en utilisant un comparimètre à disque coloré.

a. Comparateur de chlore à disque : Appareil de mesure du chlore dans l'eau

✦ Chambre pour cuve :

Cuves : longueur : 13.5 mm

Capacité : 10 ml

✦ Disque colorimétrique

✦ Tube de dilution

b. Réactif :

Il y a plusieurs types de comprimés de DPD, dans la station de Chaiba on utilise seulement DPD n°1. [8]

DPD N°1	Chlore libre résiduel	DPD N°3	Trichoramine+ Chlore total
DPD N°2	Monochloramine+ Chlore libre	DPD N°4	Trichoramine+ Chlore combine

Tableau N°11 : Les différents types de DPD [8]

V.3.1-Les méthodes d'analyse :

V.3.1.1. Dosage du Fer (Fe^{2+}):

V : Prélèvement et échantillonnage

Principe :

L'ion ferreux (Fe^{2+}) forme avec la phénanthroline, un complexe rouge qui est utilisé pour la détermination de faibles concentrations de fer.

Réactifs :

- 40 ml de l'eau distillée (solution témoin) ;
- 40 ml de l'échantillon (eau à analyser) ;
- 2 ml solution d'acétate (solution tampon) ;
- 1 ml de chlorhydrate d'hydroxylamine ;
- 2 ml phénanthroline.

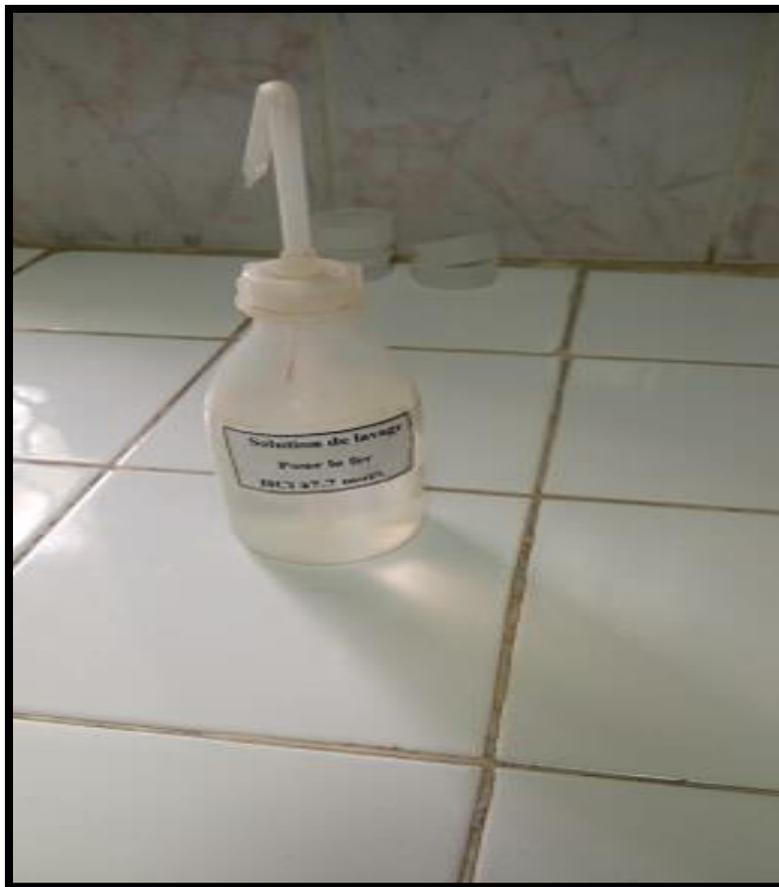


Figure n°34 : solution de lavage pour le Fer

Mode opératoire :

- Introduire dans une fiole jaugée 40 ml de la solution témoin (eau distillée) ;
- Dans une autre fiole, introduire 40 ml de l'échantillon (eau) ;
- Ajouter à chaque fiole 2ml de tampon acétate ;
- Ajouter 1ml de chlorhydrate d'hydroxylamine ;

V : Prélèvement et échantillonnage

- Ajouter 2ml de phénanthroline ;
- Ajuster ensuite avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge ;
- Laisser à l'obscurité pendant 20 minutes ;
- Les introduire dans des cuves, et dans un spectromètre et lire la concentration des ions du fer présent dans l'échantillon d'eau.



Figure n°35 : Spectromètre UV

V.3.1.2. Dosage d'Ammonium (NH_4^+) :

Principe :

La réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et Hypochlorite en présence de nitropentacyanoferrate (III) de sodium forme La mesure spectrométrique du composé bleu.

Réactifs :

- L'eau distillée.
- L'eau à analyser.

V : Prélèvement et échantillonnage

- Dichloroisocyanurate.
- Exempte d'ammonium.



Figure n°36 : Solution de lavage pour l'ammonium

Mode opératoire :

- Prendre 40 ml d'échantillon dans quatre fioles de 50 ml ;
- Ajouter 4 ml de réactif (I) (Dichloroisocyanurate) dans chaque fiole ;
- Ajouter 4 ml de la solution de réactif (II) (Exempte d'ammonium) dans chaque fiole ;
- Compléter les fioles jusqu'à la jauge avec l'eau distillée et attendre au minimum 45 min ;
- L'apparition de la couleur verte indique la présence de l'ammonium ;
- Effectuer les mesures spectrophotométriques à une longueur d'onde de 655 nm.



Figure n°37 : l'analyse du dosage d'ammonium.

V.3.1.3. Dosage d'Aluminium (Al^{3+}) :

Principe :

Les ions d'Aluminium se combinent avec le rouge d'alizarine pour former un complexe jaune-rouge qui peut de mesurer.

Réactifs :

- 2.5 ml de chlorure de calcium ;
- 01 ml de thioglycolique ;
- 05 ml de tampon ;
- 01 ml de rouge d'alizarine ;
- L'eau distillée.



Figure n°38 : solution de lavage d'aluminium.

Mode opératoire :

- Prendre 25 ml d'échantillon dans chaque fiole de 50 ml ;
- Ajouter 2.5 ml de chlorure de calcium ;
- Ajouter 1 ml de thioglycolique ;
- Ajouter 5 ml de tampon (k=4.6) ;
- Ajouter 1 ml de rouge d'alizarine ;
- Agiter vigoureusement les fioles ;
- Compléter les fioles jusqu'à la jauge avec l'eau distillée et laisser au repos pendant 90 à 120 min ;
- L'apparition de la couleur rouge indique la présence de l'ammonium ;
- Effectuer les mesures spectrophotométriques à une longueur d'onde de 490nm.

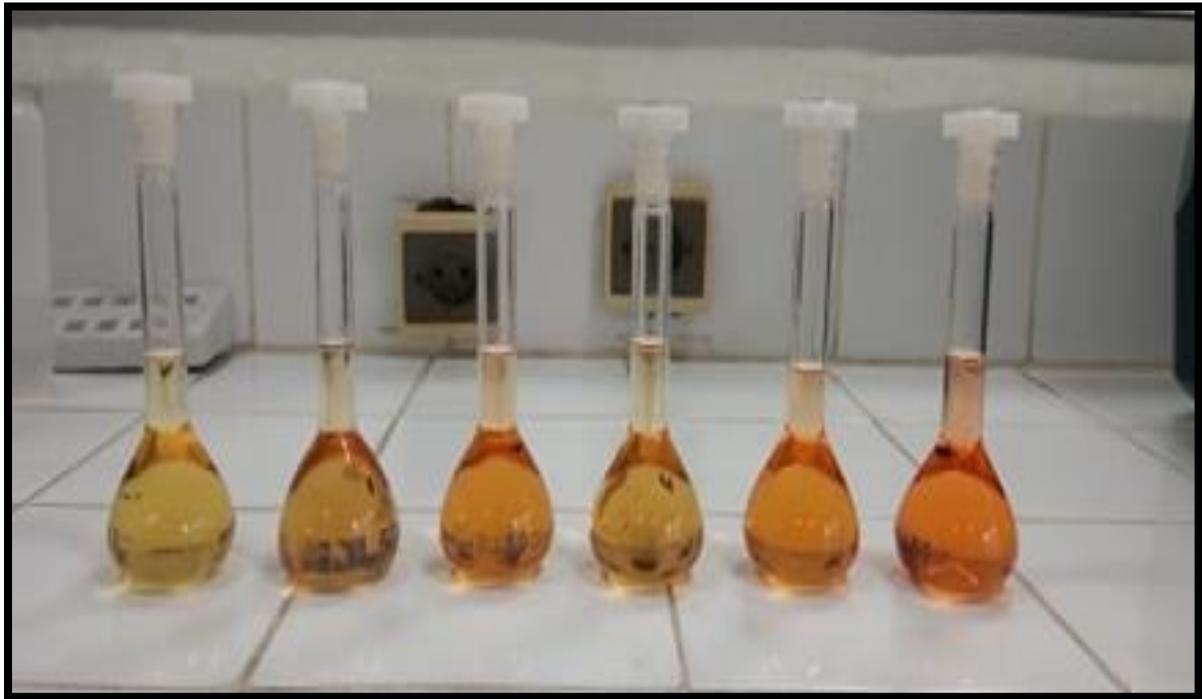


Figure n°39 : l'analyse du dosage d'aluminium.

V.3.1.4. Dosage des Nitrites (NO_2^-) :

Principe :

Réaction des ions de nitrite présentés dans une prise d'essai à $\text{pH} = 1,9$ avec le réactif amino-4benzène sulfonamide en présence d'acide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlor-hydrate de N-(naphtyle-1) diamino-1,2 éthane (ajouté avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide) mesurage de l'absorbance à 540 nm.

Réactifs :

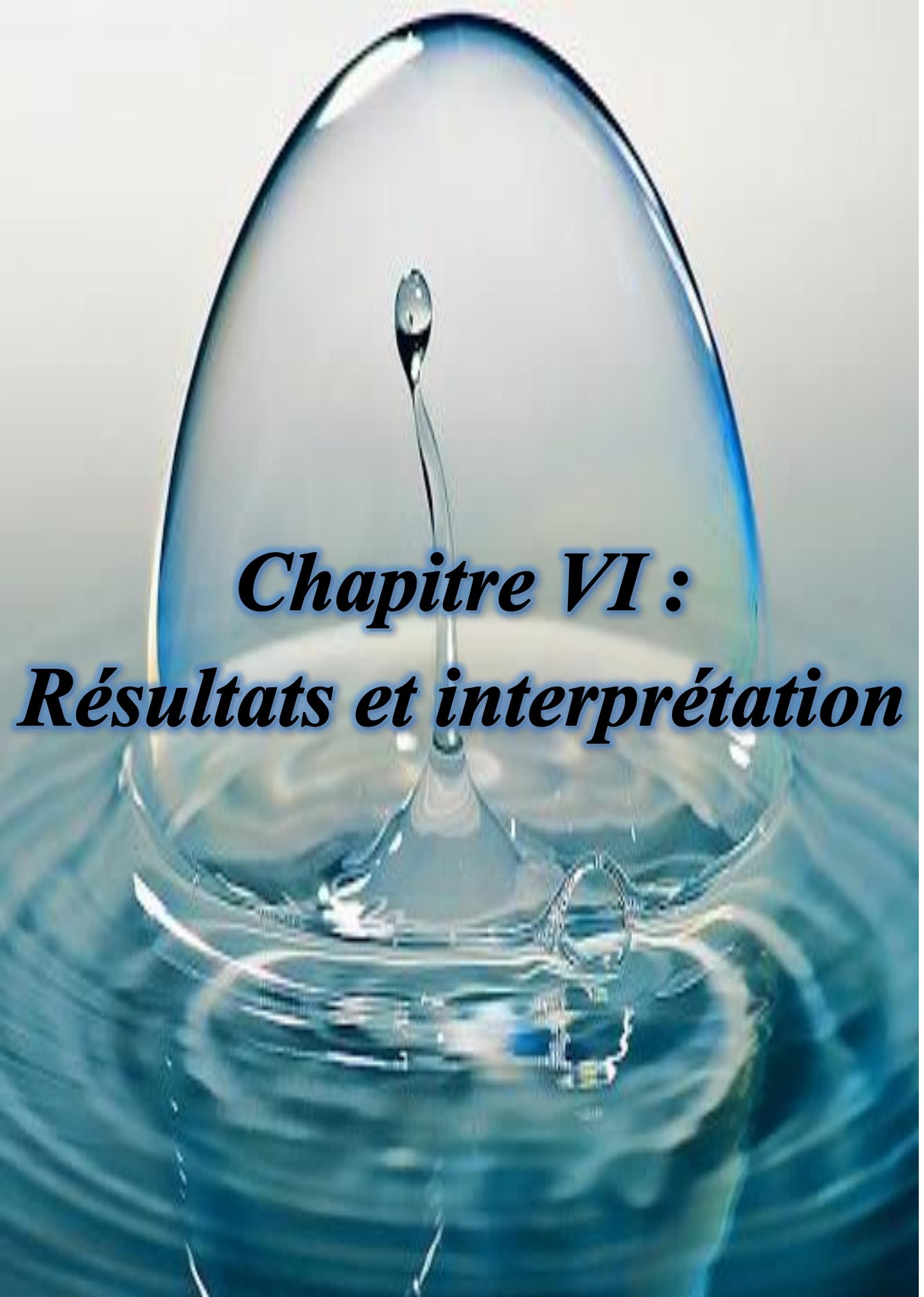
Réactif mixte.

Mode opératoire :

- Introduire 50 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 1 ml de réactif mixte ;
- Attendre au moins 20 min ;
- L'apparition de la coloration rose indique la présence des ions de NO_2^- ;
- A la fin faire la lecture au spectromètre.



Figure n°40 : l'analyse du dosage des Nitrites.



Chapitre VI :

Résultats et interprétation

Chapitre VI : Résultats et interprétation

VI.1-Suivi de la qualité de l'eau à travers les ouvrages de la station :

A partir de notre visite au sein de la station de traitement de CHAIBA nous avons suivi la qualité de l'eau à travers les ouvrages de la station, de son arrivée du barrage jusqu'à sa sortie vers le consommateur. C'est-à-dire au niveau du réservoir d'arrivée d'eau brute et du réservoir d'eau traitée.

Les tableaux où sont reportés les résultats des analyses de la turbidité, températures, conductivité, pH et chlorure de l'année 2019 que les responsables de laboratoire centrale ont mis à notre disposition, ainsi que les mois de Mars, avril, Mai, Juin de l'année 2020 (durant notre stage) sont en annexe.

Paramètre :

- Turbidité
- Température
- pH
- Conductivité
- Chlorure



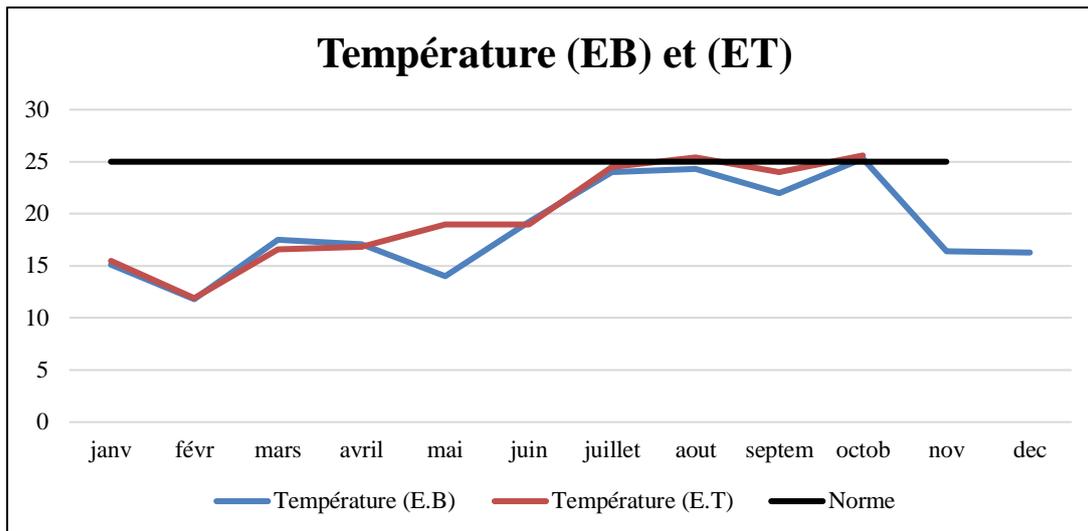
Pour année 2019 et 2020

Avec :

- **EB** : eau brute.
- **ET** : eau traité.

VI.2-Résultats et interprétation des paramètres physico-chimiques :

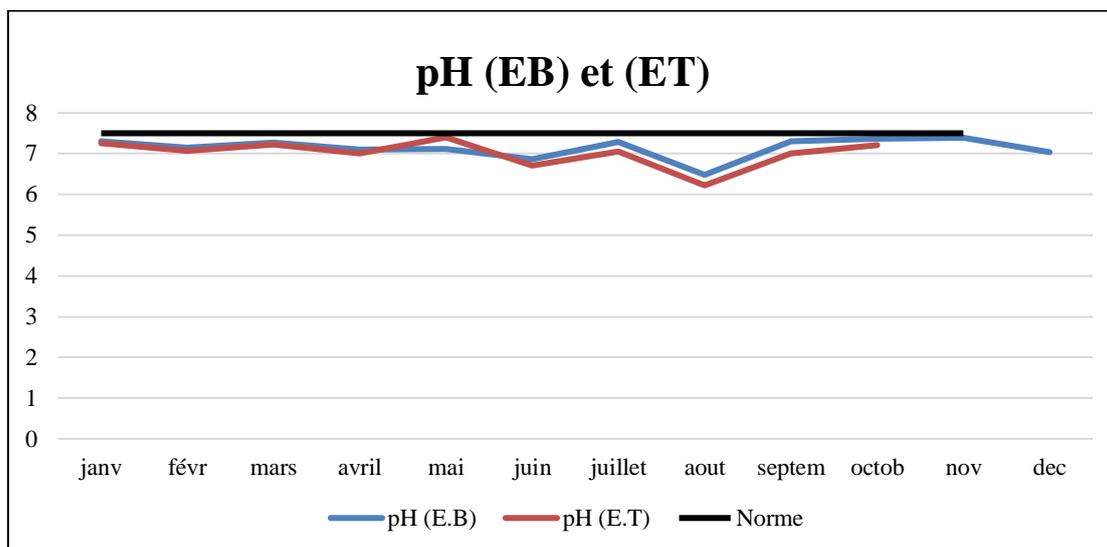
❖ Suivi des paramètres pour l'année 2019 :



Courbe N°01 : La température de l'eau brute et traitée 2019.

✦ **Interprétation :**

Les températures enregistrées durant l'année 2019 sont comprises entre 11,8 et 25,3°C pour l'eau brute et entre 11,9 et 25°C pour l'eau traitée, ces valeurs sont à la norme qui est fixée par les normes algériennes qui est de 25°C.

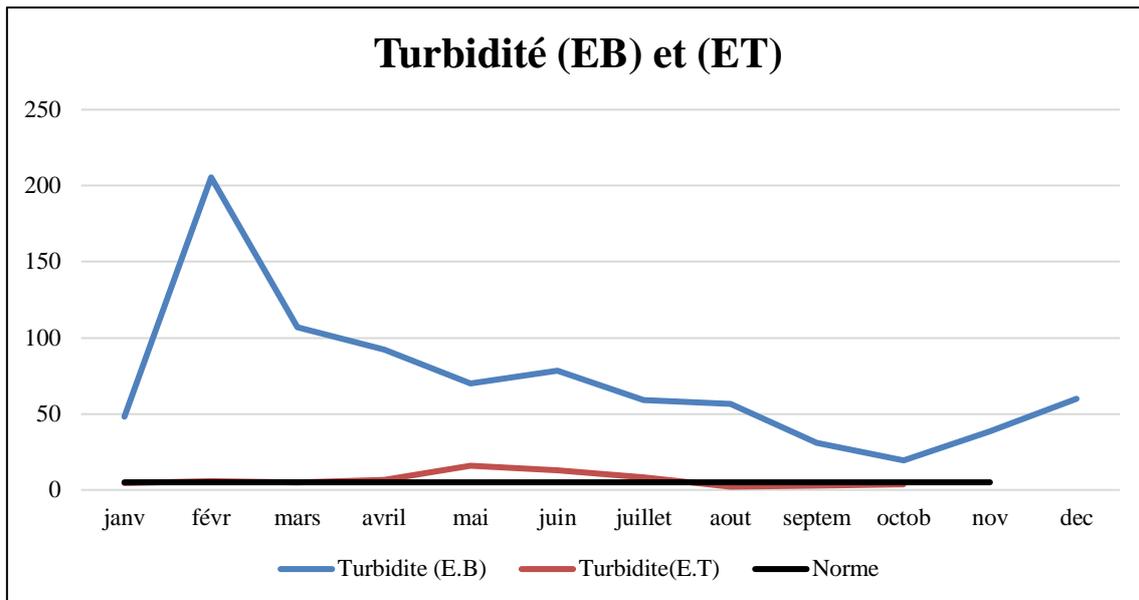


Courbe N°02 : Le potentiel hydrogène pour l'eau brute et traitée 2019.

✦ **Interprétation :**

La courbe n°02 montre que le pH de l'eau brute varie entre 6,48 et 7,37 tandis que l'eau traitée entre 6,22 et 7,25.

Le pH de l'eau traitée répond aux normes fixées par l'OMS qui sont de 6.5 et 8.5 et aux normes algériennes pour l'eau potable, qui sont comprises entre 6,5 et 9.

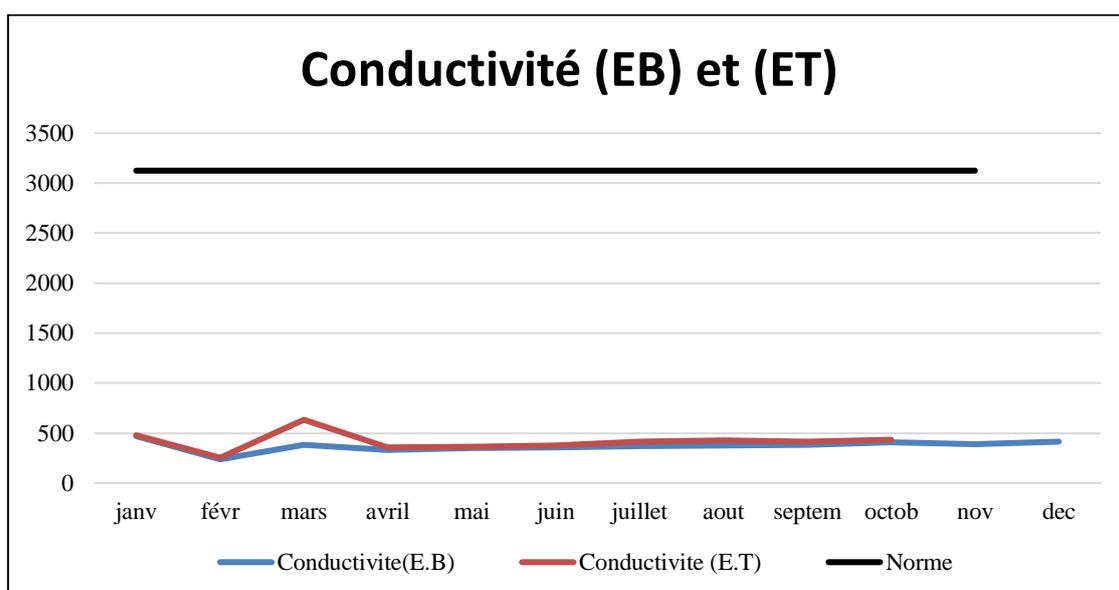


Courbe N°03 : La turbidité (NTU) pour l'eau brute et traitée 2019.

✦ Interprétation :

La courbe n°03 montre que les valeurs de turbidité pour l'eau brute sont comprises entre 48,1 et 205,5 NTU, et les valeurs pour l'eau traitée sont de 2,13 et 15,9 NTU. La courbe pour l'eau brute montre des pics de turbidité ceci correspond aux journées pluvieuses.

Selon les normes algériennes, la norme fixée pour la turbidité est de 5 NTU, la turbidité de l'eau traitée dépasse la norme pendant les mois : Mai, juin et juillet.



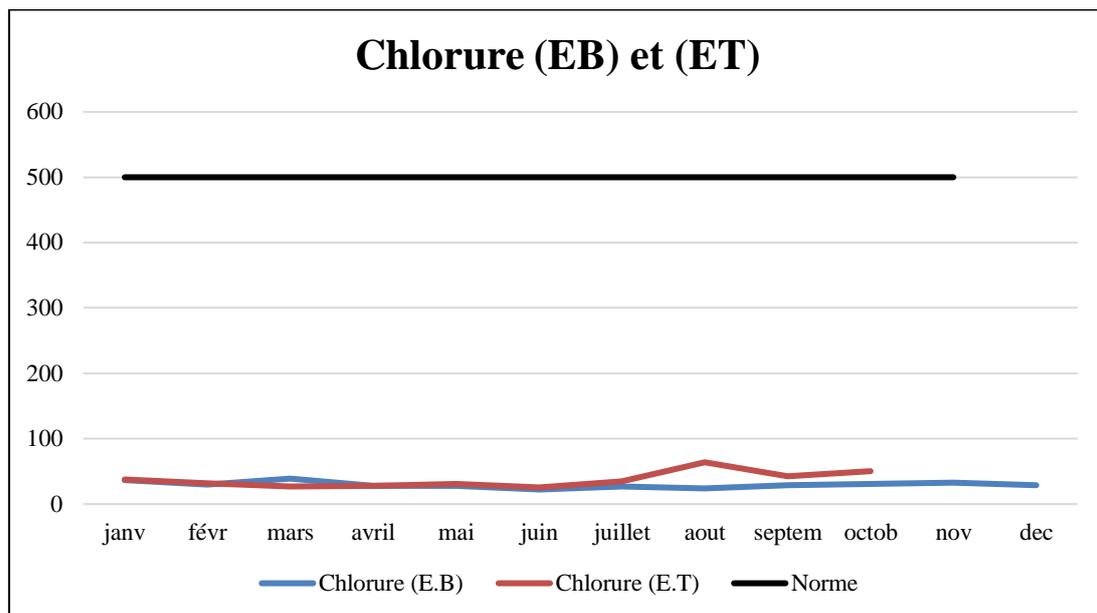
Courbe N°04 : La conductivité (µS/Cm) pour l'eau brute et traitée 2019.

Chapitre VI : Résultats et interprétation

✦ Interprétation :

La courbe n°04 montres les valeurs de la conductivité électrique de l'eau brute sont comprises entre 237 et 469 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et s'avèrent selon ce classement, moyennement minéralisée Selon Rodier (2009) et les valeurs de l'eau traitée comprises entre 253 et 633 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Ces valeurs sont inférieures à la norme algérienne qui est de 3125 $\mu\text{s}/\text{cm}$, donc la conductivité répond à la norme.



Courbe N°05 : Chlorure (mg/l) pour l'eau brute et traitée 2019.

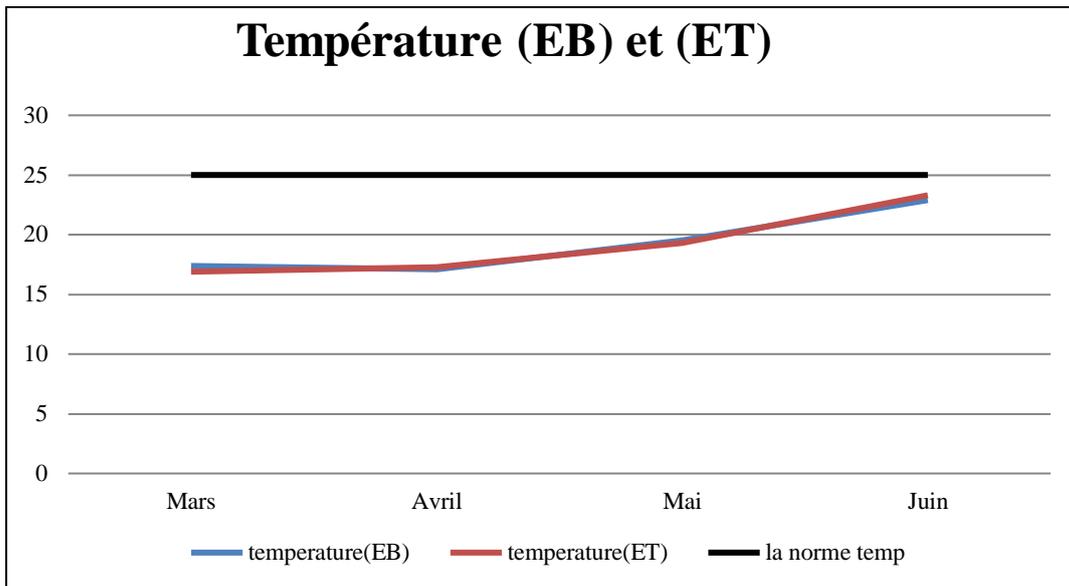
✦ Interprétation :

La courbe 05 montres les valeurs du chlorure de l'eau brute sont comprises entre 22.33 et 38.99 mg/l, et les valeurs de l'eau traitée sont comprises entre 25.52 et 64 mg/l.

Selon les normes algériennes relatives à la potabilité des eaux, les chlorures doivent avoir une teneur inférieure à 500 mg/l dans les eaux de consommation.

Chapitre VI : Résultats et interprétation

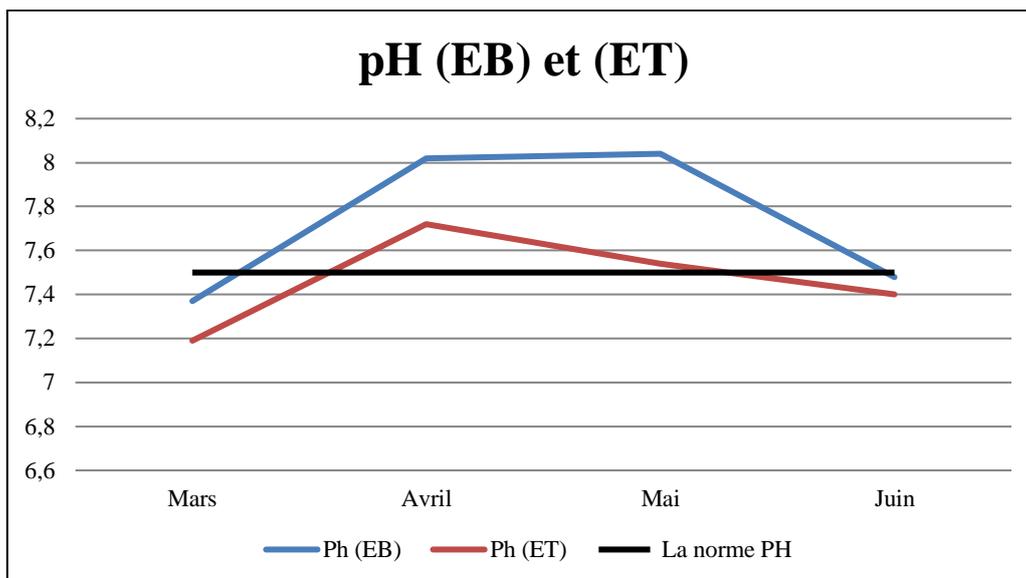
❖ Suivi des paramètres pour l'année 2020 :



Courbe N°06 : La température de l'eau brute et traitée 2020.

✦ Interprétation :

Les températures enregistrées durant les mois de l'année 2020 sont comprises entre 17,1 et 22,9 °C pour l'eau brute et entre 16,9 et 23,3° C pour l'eau traitée, ces valeurs sont à la norme algérienne est de 25°C.

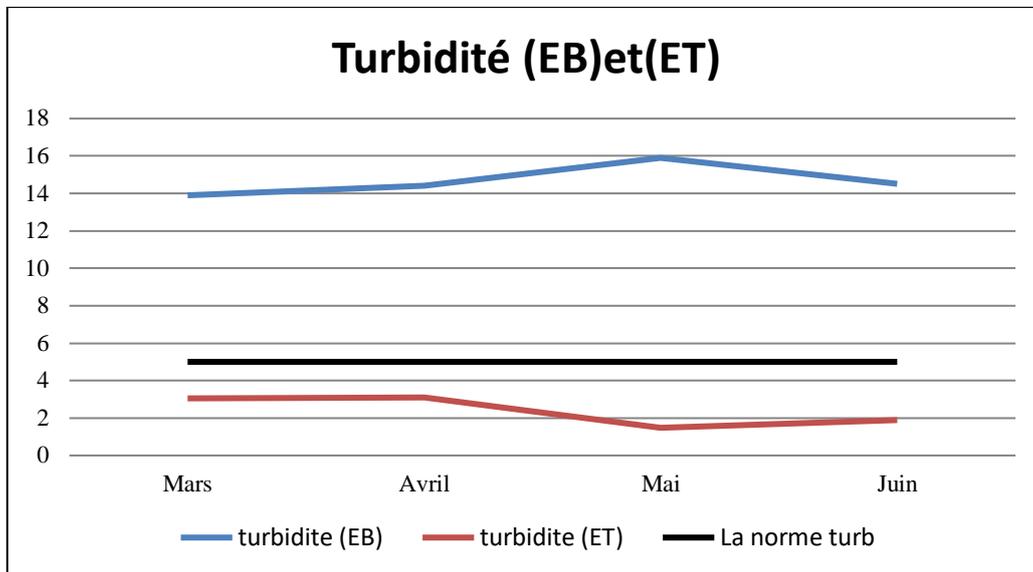


Courbe N°07 : Le potentiel hydrogène pour l'eau brute et traitée 2020.

Chapitre VI : Résultats et interprétation

✦ Interprétation :

La courbe n°07 montre que le pH de l'eau brute varie entre 7,37 et 8,04 tandis que l'eau traitée entre 7,19 et 7,72.

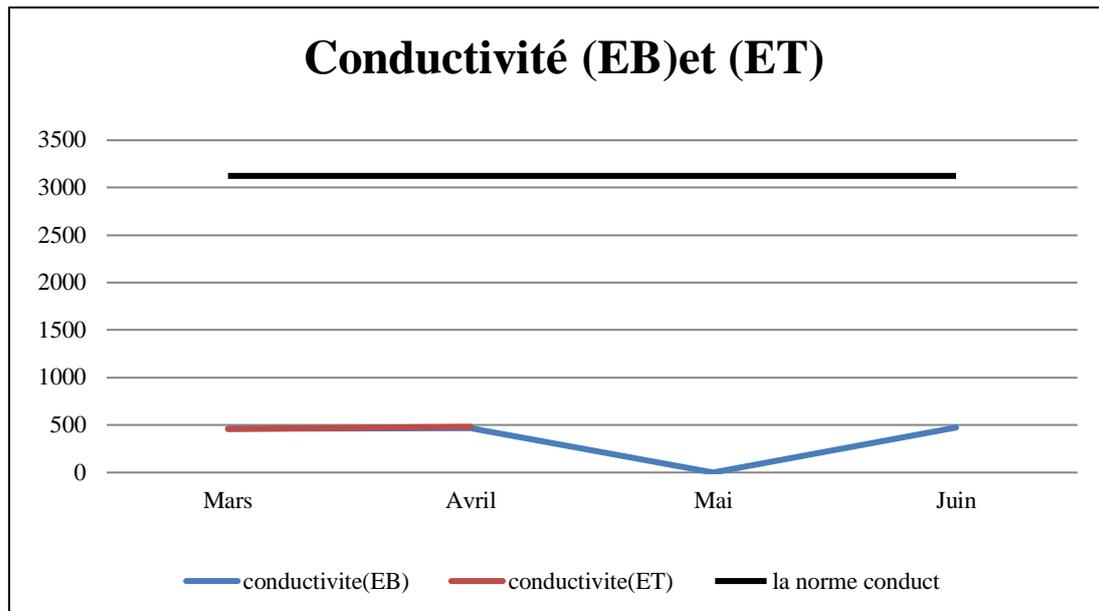


Courbe N°08 : La turbidité (NTU) pour l'eau brute et traitée 2020.

✦ Interprétation :

La courbe n°08 montre que les valeurs de turbidité pour l'eau brute sont comprises entre 13,9 et 15,9 NTU, et les valeurs pour l'eau traitée sont de 1,48 et 3,1 NTU.

Selon les normes algériennes, la norme fixée pour la turbidité est de 5 NTU, La turbidité de l'eau traitée donc répond à la norme.

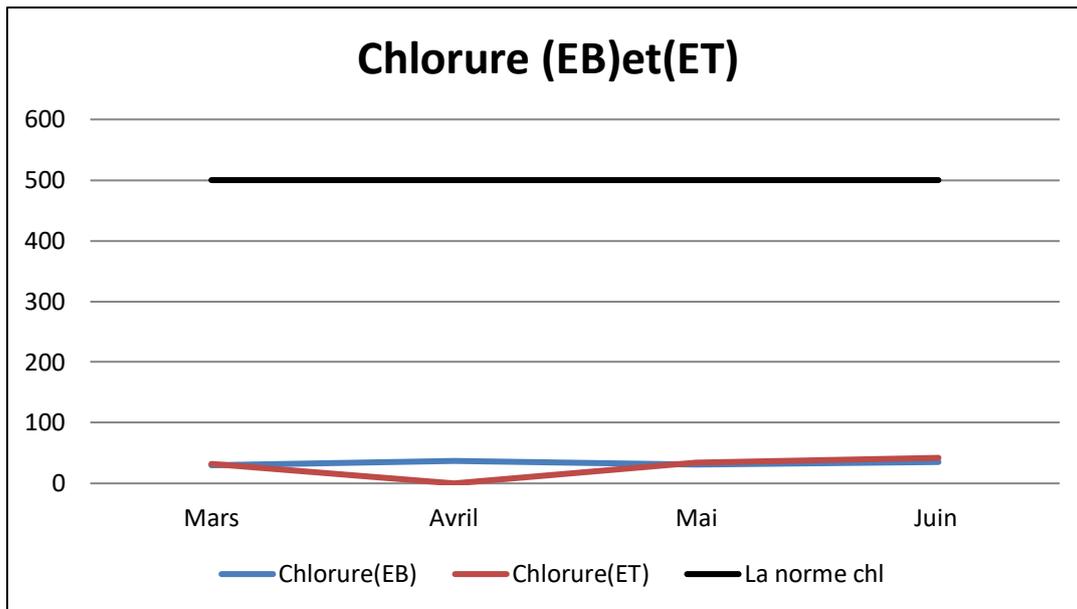


Courbe N°09 : La conductivité ($\mu\text{S}/\text{Cm}$) pour l'eau brute et traitée 2020.

✦ **Interprétation :**

La courbe 09 montres les valeurs de la conductivité électrique de l'eau brute sont comprises entre 0 et 474 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et s'avèrent selon ce classement, moyennement minéralisée Selon Rodier (2009), et les valeurs de l'eau traitée comprises entre 459 et 533 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Ces valeurs sont inférieures à la norme algérienne qui est de 3125 $\mu\text{s}/\text{cm}$, donc la conductivité répond à la norme.



Courbe N°10 : Chlorure (mg/l) pour l'eau brute et traitée 2020.

✦ Interprétation :

La courbe n°10 montre les valeurs du chlorure de l'eau brute sont comprises entre 29,9 et 37,01 mg/l, et les valeurs de l'eau traitée sont comprises entre 0 et 42,11 mg/l.

Selon les normes algériennes relatives à la potabilité des eaux, les chlorures doivent avoir une teneur inférieure à 500 mg/l dans les eaux de consommation.

A high-speed photograph of a single water droplet falling into a pool of water. The droplet is captured mid-fall, just above the surface, with a thin, elongated tail. The impact has just occurred, creating a series of concentric ripples that spread outwards. The water is a clear, light blue color, and the background is a soft, out-of-focus light blue. The overall composition is centered and symmetrical.

Conclusion générale

Conclusion générale :

La ville d'Annaba est alimentée en eau potable par les barrages de Cheffia et Mexa. Ces dernières années, de nombreuses zones de la ville d'Annaba ont été confrontées à des perturbations majeures dans l'approvisionnement en eau potable.

Pour répondre aux besoins de la population en **qualité**, quantité et mettre fin à la pénurie d'eau, les autorités ont élaboré au cours des dernières années un plan d'urgence pour approvisionner Annaba en eau potable, ce qui peut être qualifié de positif à travers ce que nous voyons aujourd'hui. Le plan d'urgence comprend les points importants suivants:

- La réhabilitation des champs de captage de Bouteldja incluant 32 forages.
- La réhabilitation et le dédoublement de la conduite Mexa-Lahnichet sur 22 km pour assurer un apport en eau estimé à 35.000 m³/j.
- La réalisation de 11 nouveaux forages pour un débit de 15 000 m³/j.
- La réhabilitation des champs de captage les Salines composés de 6 forages pour un débit de 13 500 m³/j.
- La sectorisation et la réparation des fuites pour mieux maîtriser la distribution.
- La réhabilitation des stations de traitement de Mexa et de Chaiba pour un montant de 150 millions DA.

La station de traitement de l'eau brute destinée à la potabilisation est sous une pression croissante pour produire une eau potable de bonne qualité et à plus faible coût. Ceci représente une économie en termes de coût mais aussi en termes de respect de l'environnement.

La qualité de l'eau, parvenant à l'abonné est suivie par des analyses physico-chimiques et biologiques quotidiennes via le service laboratoire de l'ADE afin d'assurer une bonne qualité de potabilité de ces eaux.

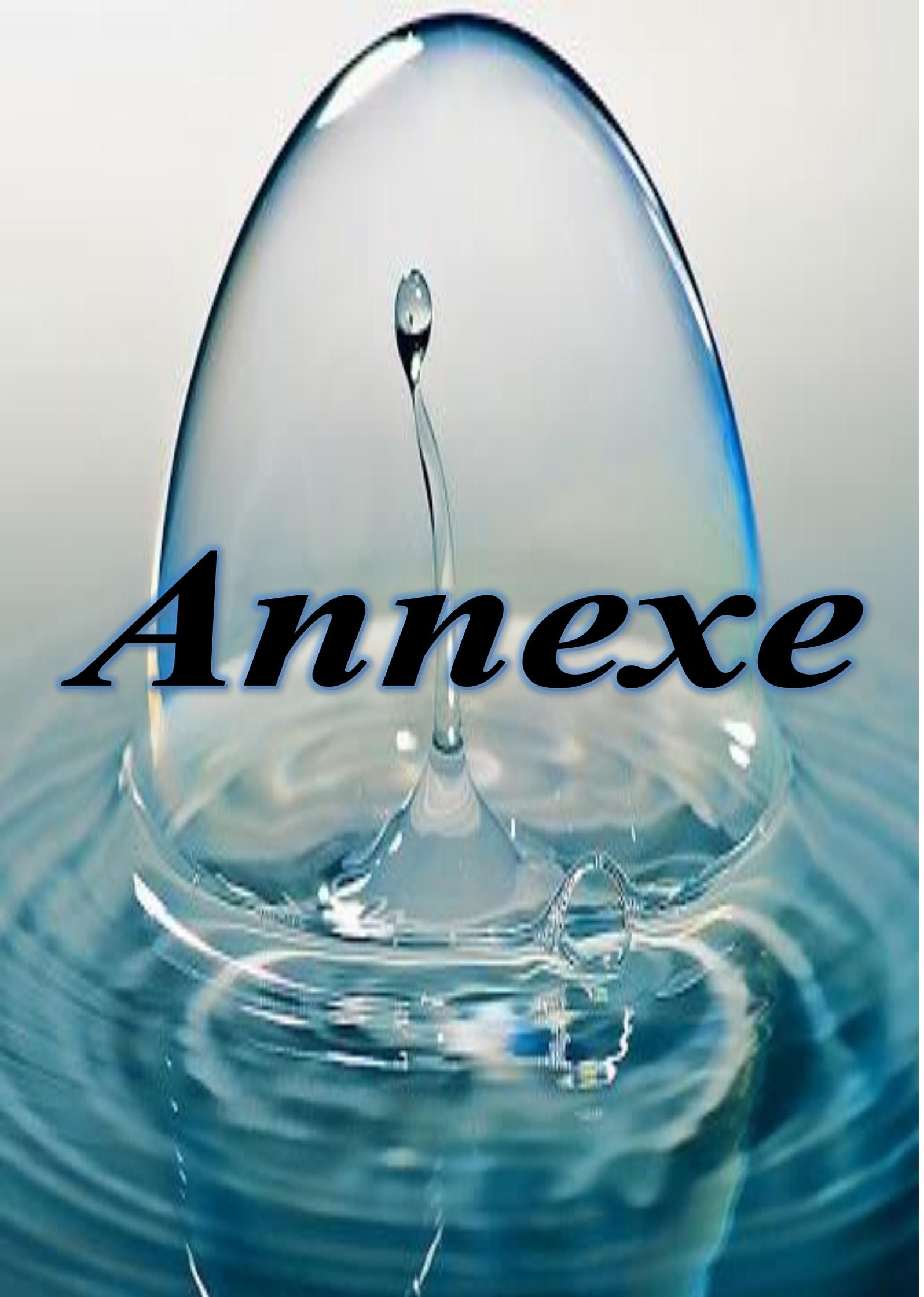
Durant notre stage, nos objectifs étaient d'évaluer et d'analyser les données statistiques liées à la qualité de l'eau à Annaba selon les normes de potabilité. De plus, ces données sont mises à jour en mettant en œuvre une campagne de prélèvement des échantillons et analyses des eaux.

Le stage pratique au sein de la station de traitement nous a permis de bien comprendre les différentes étapes de traitements qui sont agencées en filières de potabilisation (prétraitement ; coagulation floculation, clarification; désinfection), ainsi on a appris à faire des manipulations au niveau du laboratoire centrale afin de déterminer les différents paramètres physico-chimique de l'eau tels que : la turbidité, la conductivité électrique, la mesure de la température et le pH, aussi on a appris le dosage des composés azotés tels que : l'ammonium, les nitrites le dosage des éléments toxique tels que: Le fer.

Cette étude est basée sur le suivi et contrôle de la qualité des eaux distribuées.

Pour atteindre nos objectifs deux points de prélèvements des eaux ont été choisis : entrée station et sortie station c'est-à-dire eau traitée sur une période de quatre mois (mars, avril, mai, juin 2020) ont été analysées et interprétées.

En conclusion, les résultats obtenus de l'analyse physico-chimiques et bactériologique ont montrées que l'eau est bonne et acceptable conformément aux recommandations de l'OMS et des normes Algériennes de potabilité des eaux.

A high-speed photograph of a single water droplet falling into a pool of water. The droplet is suspended in mid-air, just above the surface, with a thin tail of water behind it. The impact has just occurred, creating a series of concentric ripples that spread outwards. The water is a clear, light blue color, and the background is a soft, out-of-focus light blue.

Annexe

Annexe :

DOSAGE DU FER

METHODE SPECTROMETRIQUE A LA PHENANTHROLINE-1.10

1. Objet :

La présente norme internationale spécifier une méthode spectrométrique à la phénanthroline-1.10, pour le dosage du fer dans l'eau et les eaux et les eaux usées.

2. Domaine d'application :

La méthode est applicable pour la détermination de concentration en fer comprises entre 0.01 et 5 mg/l. Les concentrations plus élevé peuvent être déterminées après dilution appropriée de l'échantillon.

3. Principe :

Pour le dosage du fer total et du fer total dissous, le chlorhydrate d'hydroxylamine est ajouté pour réduire le fer III en fer II. Si du fer non dissous, des oxydes de fer ou des complexes de fer sont présents, un prétraitement est nécessaire pour mettre ces composés en solution. Le complexe fer II-phénanthroline est stable à un ph entre 2.5 à 9 et l'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de fer II présent.

4. Réactifs :

4.1. Chlorhydrate d'hydroxylamine à 100 g/l :

Dissoudre 05g de chlorure d'ammonium hydroxyle (NH_2OH , HCl) dans de l'eau distillée et compléter à 50 ml. Conserver dans un flacon en verre blanc, pendant 01 semaine.

4.2. Tampon acétate :

Dissoudre 80 g d'acétate d'ammonium ($\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$, NH_4) dans de l'eau, ajouter 100 ml d'acide acétique densité 1.06g/ml et compléter à 200 ml avec de l'eau distillé. Conserver dans un flacon en verre blanc.

4.3. Solution de 1.10 phénanthroline :

Dissoudre 0.25 g de chlorure de phénanthroline 1.10 monohydrate ($C_{12}H_9ClN_2, H_2O$) dans l'eau distillée, et compléter à 50 ml. Alternativement, dissoudre 0.21 g de phénanthroline-1.10 monohydrate dans l'eau distillée contenant 2 gouttes de la solution d'acide chlorhydrique à 7.7mol/l et compléter à 50 ml. Cette solution est stable pendant 01 semaine si elle est conservée à l'obscurité.

4.4. Peroxodisulfate de potassium ($K_2S_2O_8$) solution à 40g/l :

Dissoudre 4g de $K_2S_2O_8$ dans l'eau distillée et compléter à 100ml. Cette solution est stable pendant plusieurs semaines si elle est conservée à température ambiante dans une bouteille en verre foncée.

4.5. Acide chlorhydrique HCl à 7.7 mol/l solution de lavage :

Ajouter lentement et en agitant 59.64 ml du HCl à 37% à 100 ml d'eau distillée, refroidir et compléter à 250ml. Ou 62.7 ml du HCl à 25% et compléter à 250 ml conserver dans un flacon en polyéthylène.

4.6. Acide sulfurique H_2SO_4 à 4.5 mol/l :

Ajouter et en agitant énergiquement, 1 volume d'acide sulfurique à 18 mol/l à 3 volume d'eau, tout en refroidissant.

4.7. Fer, solution étalon mère à 100 mg/l :

Dissoudre 0.1244 g de sulfate de fer ($FeSO_4, 7H_2O$) dans un peu d'eau distillée, et compléter à 250 ml. Conserver la solution dans une bouteille en verre brun, pendant 1 mois.

1ml de cette solution contient 0.1 mg/l de fer.

4.8. Fer, solution étalon fille N°1 à 20 mg/l :

Pipeter 10 ml de la solution étalon mère dans une fiole jaugée de 50ml et compléter au volume avec de l'eau distillée. Préparer cette solution le jour de l'emploi.

4.9. Fer, solution étalon fille N°2 à 1 mg/l :

Pipeter 05 ml de la solution étalon fille N°01 dans une fiole jaugée de 100 ml et compléter au volume avec l'eau distillée. Préparer cette solution le jour de l'emploi.

5. MATERIEL ET VERRERIES :

- Spectromètre UV susceptible de recevoir des cuves de 10 à 50 mm d'épaisseur.
- Ensemble filtrant pouvant recevoir une membrane filtrante de porosité 0.45µm.
- Bêchers de 250 ml.
- Fioles de 50 ml, 100 ml.
- Pipettes graduées de 1 ml, 2ml, 5 ml, 10 ml.
- Pipette jaugée de 50 ml.
- Flacons en verre blanc de 100 ml, 250 ml.
- Flacons en verre brun de 100 ml.
- Pissettes de 500 ml, et 250 ml.

6. MODE OPERATOIRE :

6.1. Prive d'essai :

Prendre comme échantillon pour essai, 50 ml de l'échantillon et le traverser dans une fiole de 100 ml.

6.2. Essai à blanc :

Effectuer parallèlement au dosage, une prise d'essai à blanc avec 50 ml d'eau distillée, en suivant le même mode opératoire et en utilisant les mêmes quantités de réactif que dans le dosage.

6.3. Etalonnage :

6.3.1. Préparation de la gamme d'étalonnage :

6.3.1.1. Faible gamme :

Dans une série des fioles jaugée de 100 ml et à l'aide d'une pipette introduire 0.5, 2.5, 5, 7, 10, 15 ; 25 ml de la S.E.F. N°2 à 1 mg/l de fer et diluer à 50 ml avec de l'eau distillée. Ces ml correspondant à des concentrations de 0.01, 0.05, 0.1, 0.14, 0.2, 0.3, 0.5 mg/l de fer.

Ajouter 0.5 ml d'acide sulfurique à 4.5 mol/l.

6.3.1.2. Forte gamme :

Dans une série des fioles jaugée de 100 ml et à l'aide d'une pipette introduire 1.75, 2.5, 5 ,7.5 ,10 ,12.5 ml de la S.E.F. N°1 à 20 mg/l de fer et diluer à 50 ml avec de l'eau distillée. Ces ml correspondant à des concentrations de 0.7, 1, 2, 3 ,4 ,5 mg/l de fer.

Ajouter 0.5 ml d'acide sulfurique à 4.5 mol/l.

mois/parametres	UNITE	NORME	janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	sept	octob	nov	dec	moyen
PH	*	6,5-9	7,31	7,15	7,27	7,1	7,11	6,86	7,28	6,48	7,3	7,37			
Température	*	25	15,1	11,8	17,5	17,1	14	19,2	24	24,3	22	25,3			
conductivite	µs/cm	3125	469	237	384	329	349	355	372	376	383	406			
TDS	mg/l	*	234,5	118,5	192	164,5	174,5	177,5	186	188	192	203			
Salinite	g/l	*	0,2	0,11	0,19	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,2	0,2			
Turbidite	NTU	*	48,1	205,5	107	92,2	70	78,4	59,2	56,4	31	19,4			
Oxygène dessous	%O ₂	30	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Couleur	mg/Pt	200	130	480	250	0	10	10	141	134					
DBO-5	mg/lO ₂	7	*	*	*	*	*	*	*		2	*			
Matiere en susp.105°	mg/l	25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
TAC	mg/lCaCO ₃	*	126	94	100	85,56	73,6	70,84	76,5	97,9	95	96,71			
Dureté totale	mg/lCaCO ₃	*	210	142	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR			
Calcium	mg/l	*	61,72	40,08	44,08		MR	MR	40,08	40,1	40	41,68			
Magnesium	mg/l	*	13,6	10,2	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR			
Ammonium	mg/l	4	<0,064	<0,064	0,26	<0,064	<0,064	<0,064	<0,064	<0,064	<0,064	<0,064			
Nitrites	mg/l	*	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02			
Nitrates	mg/l	50	*	*	*	*	*	*	*	<1,1	<1,1	<1,1			
Phosphore	mg/l	10	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025			
Sodium	mg/l	200	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Potassium	mg/l	20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
indice permanganate	mg/l	*	1,7	10		1,97	4,24	4,5	7,51	6,85	5,4	<3			
Fer total	mg/l	1	0,31	<0,01	<0,01	0,69	<0,01	0,38	2,47	0,29	0,2	0,2			
CO2total	mg/l	*	140,41	100,91	137,46	124,27	95,22	89,93	116,86	107	112	120,5			
CO2 libre	mg/l	*	4,63	13,89	30,1	32,42	16,21	13,89	34,73	2,31	10	17,36			
Bicarbonates	mg/l	*	154,3	114,68	122	104,38	89,79	86,42	93,33	119	115	117,2			
Carbonates	mg/l	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Chlorure	mg/l	600	36,87	29,78	38,99	27,44	28,07	22,33	26,9	23,6	29	31,31			
Sulfates	mg/l	400	<20	<20	*	*	*	*	*	*	*	*			
residu sec	mg/l	*			*				180	*	*	161			

EVOLUTION DE LA QUALITE DE L'EAU TRAITEE ST.T. CHAIBA

LABORATOIRE CENTRAL

L'ANNEE 2019

TYPE D'EAU: SUPERFICIELLE

mois/parametres	UNITE	NORME	janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept	octob	novem	decemb	moyen
PH	*	6,5-9	7,25	7,07	7,23	7,01	7,4	6,7	7,05	6,22	7	7,21			
Température	°C	25	15,5	11,9	16,6	16,8	19	19	24,5	25,4	24	25,6			
conductivite	µs/cm	3125	480	253	633	354	362	373	414	424	412	431			
TDS	mg/l	*	240	125,6	316,5	177	181	186,5	207	212	206	215,5			
Salinite	g/l	*	0,2	0,12	0,3	0,17	0,18	0,12	0,2	0,2	0,2	0,21			
Turbidite	NTU	5	4,6	5,77	5	6,7	15,9	12,9	8,3	2,13	2,9	3,54			
Chlore résiduel	g/l	*	1	0,4	0,5	TRACE	*		0,8	1,2	*	0,8			
Couleur	mg/Pt	15	10	0	0	0	20	0	24	0	*	0			
residus secs	mg/l	2000	*	*	*	*	*	*	196	*	*	219			
TA	mg/lCaCO ₃	*	0	0		0	0	0	0	0	0	0			
TAC	mg/lCaCO ₃	*	111,18	74		73,6	64,4	67,16	61,2	61,2	86	81,9			
Durete total	mg/l	500	224	144	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR			
Ammonium	mg/l	0,5	<0,064	<0,064	<0,064	<0,064	<0,064	<0,064	<0,064	<0,064	0,064	<0,064			
Nitrites	mg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02			
Nitrates	mg/l	50	*	*	*	*	*	*	*	<1,1	<1,1	<1,1			
Phosphore	mg/l	5	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025			
Sodium	mg/l	200	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Potassium	mg/l	20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
indice permanganate	mg/l	3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,65	2,93	1,3	<0,5	1,3	2,93			
Calcium	mg/l	200	63,32	41,68			39,27	44,88	38,47	40,1	48	46,49			
Magnesium	mg/l	150	15,87	9,8		MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR			
Fer total	mg/l	0,3	<0,01	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01	1,7	0,09	0,4	0,1			
Aluminium	mg/l	0,2	0,3	0,32	0,	0,19	0	*		*	*	*			
CO2total	mg/l	*	123,98	104,91		116,1	110,8	113,8	131	97,7	120	120,3			
CO2 libre	mg/l	*	4,63	25,47		37,05	41,68	41,68	53,26	32	28	32,42			
Bicarbonates	mg/l	*	135,63	90,28		89,79	78,56	81,93	88,35	74,7	104	99,91			
Carbonates	mg/l	*	0	0		0	0	0	0	0	0	0			
Chlorure	mg/l	500	37,58	31,9		28,07	31,26	25,52	35,02	64	43	50,22			
Sulfates	mg/l	400	<20	<20		*	*	*	*	*		*			

EVOLUTION DE LA QUALITE DE L'EAU TRAITEE ST.T. CHAIBA

L'ANNEE 2020

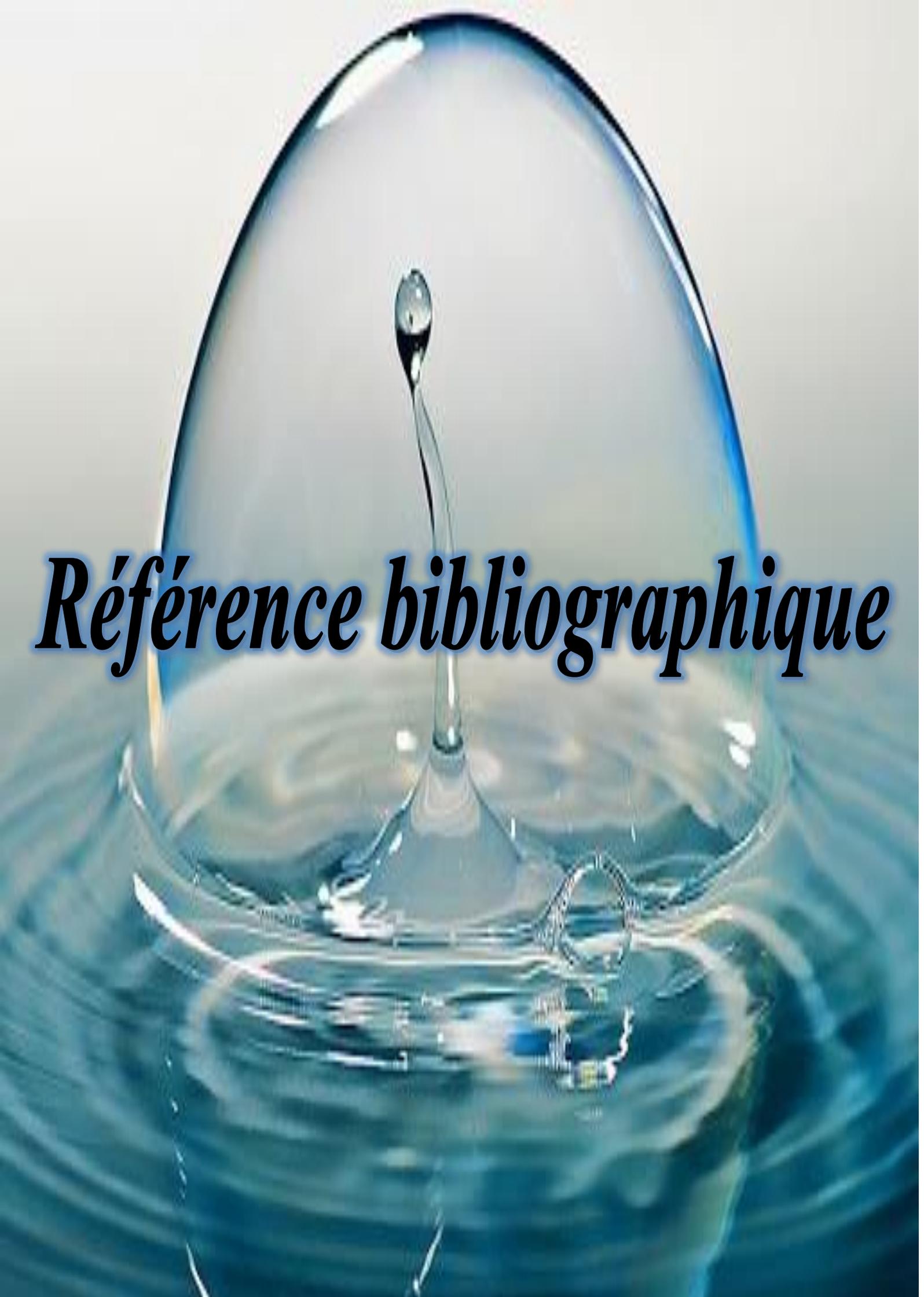
LABORATOIRE CENTRAL

mel avec salines

TYPE D'EAU: SUPERFICIELLE

mois/parametres	UNITE	NORME	janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	sept	octob	novem	decemb	moyen
PH	*	6,5-9	7,32	7,22	7,19	7,72	7,54	7,4	7,63						
Température	°C	25	14,3	15,7	16,9	17,3	19,3	23,3	18,1						
conductivite	µs/cm	3125	474	460	459		*	533	493						
TDS	mg/l	*	237	230	229,5			266,5							
Salinite	g/l	*	0,23	0,23	0,22			0,26							
Turbidite	NTU	5	4,25	4,52	3,05	3,1	1,48	1,9	2,16						
Chlore résiduel	g/l	*	>01	1	>01	0,7	0,3	0,9	1						
Couleur	mg/Pt	15	10	10	0	10	0	10							
residus secs	mg/l	2000	*	*	*	*	*	*							
TA	mg/lCaCO ₃	*	0	0	0	0	0	0							
TAC	mg/lCaCO ₃	*	85,5	104	108	104,9	97	109,8							
Durete total	mg/l	500	MR	152	150	176	166	180							
Ammonium	mg/l	0,5	<0,064	<0,064	<0,064	<0,064	<0,064	<0,064							
Nitrites	mg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02							
Nitrates	mg/l	50	*	*	*	*	*	0,8							
Phosphore	mg/l	5	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025							
Sodium	mg/l	200	*	*	*		*	*							
Potassium	mg/l	20	*	*	*		*	*							
indice permanganate	mg/l	3	<0,5	2,43	2,78	1,1	0,66	<0,5							
Calcium	mg/l	200	48,09	45,69	52,1		48,09	45,69							
Magnesium	mg/l	150	MR	9,23	4,86		11,18	16,28							
Fer total	mg/l	0,3	0,06	<0,01	0,049	0,1	0,1	<0,01							
Aluminium	mg/l	0,2	0,17	0,09	0,16	0,14	0,09	0,13	0,11						
CO2total	mg/l	*	112,63	116,28	122,88		11,07	96,64							
CO2 libre	mg/l	*	20,84	4,63	6,94		6,94	0							
Bicarbonates	mg/l	*	104,31	126,88	131,76		118,3	109,8							
Carbonates	mg/l	*	0	0	0		0	0							
Chlore	mg/l	500	34,46	42,65	31,9		33,82	42,11							
Sulfates	mg/l	400	*	45,8	*		63,7	58,7							

mois/parametres	UNITE	NORME	janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept	octob	nov	dec	moyen
PH	*	6,5-9	7,35	7,16	7,37	8,02	8,04	7,48	7,66						
Température	*	25	14,3	15,3	17,1	17,1	19,5	22,9	18,4						
conductivite	µs/cm	3125	436	435	458		0	474	479						
TDS	mg/l	*	218	225,5	229			237							
Salinite	g/l	*	0,21		0,22			0,23							
Turbidite	NTU	*	47,6	15,4	13,9	14,4	15,9	14,5	12,6						
Oxygène dessous	%O ₂	30	*	*	*										
Couleur	mg/Pt	200	120	50	10	40	30	40							
DBO-5	mg/l O ₂	7	1	*	*	*	*	*							
Matiere en susp.105°	mg/l	25	*	*	*	*	*	*							
TAC	mg/lCaCO ₃	*	90	106	114	102,06	98	93,73							
Dureté totale	mg/lCaCO ₃	*	MR	152	152	170	164	168							
Calcium	mg/l	*	44,08	48,89	45,69			40,88							
Magnesium	mg/l	*	*		8,85			16,28							
Ammonium	mg/l	4	<0,064	0,43	<0,064	<0,064	<0,064	<0,064	<0,064						
Nitrites	mg/l	*	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02							
Nitrates	mg/l	50	*	*	*	*	1,14	0,941							
Phosphore	mg/l	10	<0,025	<0,025	<0,025	0,06	<0,025	0,06							
Sodium	mg/l	200	*	*	*	*	*	*							
Potassium	mg/l	20	*	*	*	*	*	*							
indice permanganate	mg/l	*	<0,5	4,52	3,47	2,32	2	1,4							
Fer total	mg/l	1	0,39	<0,01	0,03	0,05	0,029	<0,01							
CO2total	mg/l	*	101,25	113,8	122,39		105,2	100,6							
CO2 libre	mg/l	*	4,63	0	0		0	0							
Bicarbonates	mg/l	*	109,8	129,32	139,08		119,6	114,4							
Carbonates	mg/l	*	0	0	0		0	0							
Chlorure	mg/l	600	30,63	35,99	29,99	37,01	31,26	35,09							
Sulfates	mg/l	400	*	50,1	*	56,6	50,8	*							
residu sec	mg/l	*	*	*	*	*	*	*							

A high-speed photograph of a water droplet falling into a pool of water. The droplet is captured mid-fall, just above the surface, with a thin stem of water connecting it to the surface. The impact has created a series of concentric ripples on the water's surface. The background is a soft, out-of-focus light blue.

Référence bibliographique

Référence bibliographique :

- [1]. **Zouag, B ; Belhadj, Y. (2017).** Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk Tleta « Tlemcen ». Mémoire de docteur en pharmacie. Université Abou Bekr Belkaid.Tlemcen.
- [2]. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau>
- [3]. <http://www.septiemecontinent.com/pedagogie/lesson/eau-liquide-solide-gazeuse/#:~:text=L'%C3%A9tat%20gazeux,oc%C3%A9ans%20lors%20de%20l'%C3%A9vaporation.>
- [4]. **Chelli, L ; Djouhri, N. (2013).** Analyses des eaux de réseau de la ville de Bédjaya et évaluation de leur pouvoir entartant. Mémoire de master. Université A. MIRA. BEJAYA
- [5]. <http://doc.lerm.fr/proprietes-physiques-leau/>
- [6]. **Amrani, Z ; Bouneb, H ; Maafa, W. (2017).** Impacte des différents facteurs régissant la qualité de l'eau potables pendant son trajet depuis la station de traitement jusqu'aux différents usagers: cas de quelques quartiers de ville de Guelma. Mémoire de master. Université du 08 Mai 1945.Guelma.
- [7]. **Hachmi Rachdi, L. (2019).** Cours traitement et dessalement de l'eau. Université Badji Mokhtar. Annaba
- [8]. **Graini, A ; Terki, H. (2018).** Contrôle et suivi de la qualité de l'eau traitée station de traitement Chaiba-Annaba. Mémoire de master. Université Badji Mokhtar. Annaba
- [9]. www.sage-born-et-buch.fr › [Portrait-du-territoire](#) › [Les-ressources-en-eau](#)
- [10]. [fr.wikipedia.org](http://fr.wikipedia.org/wiki/Nappe_de_l'Albien_(Algérie)) › [wiki](#) › [Nappe de l'Albien \(Algérie\)](#)
- [11]. **Desjardins, R. (1997).** Le traitement des eaux. (2^{ème} édition).
- [12]. **Baouia, K. (2018).** Cours traitement des eaux. Université kasdi merbah. Ouargla

- [13]. **Hadef, D ; Hasni, M. (2017).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued de Boutane région de Khemis-Miliana W. Ain Defla. Mémoire de master. Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana
- [14]. **Zougari, K ; Guennoune N. (2017).** Conception d'un montage de filtration sur sable Appliqué au traitement des eaux potables mémoire de master. Université A.M.OULHADJ Bouira
- [15]. **Hamed, M ; Guettache, A ; Bouamer, L. (2012).** Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA Bechar. Mémoire d'ingénieur d'état. Université de Bechar
- [16]. **Aouissi, L ; Merabti, W. (2018).** Etude physico-chimique et bactériologique et développement d'un système de traitement (membrane à base de charbon actif). Mémoire de master. Université du 08 Mai 1945.Guelma
- [17]. www.oieau.fr > ReFEA > fiches > AnalyseEau > Physico_chimie_PresGen
- [18]. **Imken, F. (2016).** Les étapes de traitement des eaux et contrôle de qualité. Projet de fin d'étude. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. Maroc
- [19]. **Bessedik, M.** Cours traitement et épuration de l'eau. Université de Tlemcen.
- [20]. **Ben Ghodbane, J ; Chettah, N. (2016).** Contrôle de la qualité de d'eau traitée de la station de traitement chaiba. Mémoire de master. Université Badji Mokhtar Annaba
- [21]. [http://www.lms-water.com/pratique/la-methode-du-break-point/#:~:text=La%20mesure%20du%20chlore%20r%C3%A9siduel,courbe%20d'absorption%20du%20chlore.&text=Tout%20le%20chlore%20ajout%C3%A9%20sera,so%20produits%20de%20d%C3%A9sinfection\).](http://www.lms-water.com/pratique/la-methode-du-break-point/#:~:text=La%20mesure%20du%20chlore%20r%C3%A9siduel,courbe%20d'absorption%20du%20chlore.&text=Tout%20le%20chlore%20ajout%C3%A9%20sera,so%20produits%20de%20d%C3%A9sinfection).)
- [22]. Guide générale de la station de traitement Chaiba-Annaba
- [23]. **Croses, M.** Production de l'eau potable-thème2
- [24]. www.lms-water.com > solutions > désinfection-de-l-eau
- [25]. Rapport sur l'approvisionnement en eau potable et eaux usées. Annaba. (2018)

[26]. **Brahmia, L. (2014)**. Etude de la station de traitement d'eau potable de Chaiba-Annaba.Mémoire de master. Université du 08 Mai 1945.Guelma.

[27]. <https://www.suezwaterhandbook.fr/procedes-et-technologies/floculateurs-decanteurs-flottateurs/les-decanteurs/les-decanteurs-a-lit-de-boues>

[28]. Document de laboratoire centrale.