

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences et de la
Technologie Département :
Génie des Procédés

Mémoire du Projet de fin d'étude

Master

=====

=====

**Analyse de la qualité des eaux de la station de Hammam
Debagh**

=====

=====

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie chimique

Présenté par :

Alaimia Meryem

Braham yasmine

Sous la Direction de :

Pr. Lahiouel Yasmina

2020-2021

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences et de la
Technologie Département :
Génie des Procédés

Mémoire du Projet de fin d'étude
Master

=====

=====

**Analyse de la qualité des eaux de la station de Hammam
Debagh**

=====

=====

Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie chimique

Présenté par :
Alaimia Meryem **Braham yasmine**
Sous la Direction de :
Pr. Lahiouel Yasmina

2020-2021

Remerciements

Il est convenable, en de telles circonstances d'adresser nos remerciements au-delà d'une simple tradition à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Nous tenons à témoigner notre reconnaissance aux membres du jury d'avoir accepté d'examiner le contenu de ce travail.

*Nous remercions, tout particulièrement **Mme LAHIOUEL Yasmina** l'encadreur de nous avoir laissé une large autonomie dans ce travail, pour nous diriger sur des pistes de réflexions riches et porteuses.*

Nous remercions également nos professeurs de l'université de Guelma pour la qualité de l'enseignement au cours de ces années passées.

*Nos remerciements s'adressent aussi à tous les cadres de la station d'épuration de Hammam Debagh et plus particulièrement à **Mme Mebarka Baout**, qui nous ont prodigué toutes les informations et nous ont fait découvrir le monde des traitements des eaux.*

Dédicace

Je rends grâce à (DIEU) de m'avoir donné le courage, la volonté

Ainsi que la conscience d'avoir pu terminer mes études.

Je dédie ce modeste travail à celle qui a le cœur le plus grand au monde

(ma mère), la personne généreuse, patiente et tendre qui a fait

beaucoup de sacrifices pour me guider vers le bon chemin.

A ma meilleure prof Lahiouel Yasmina

A ma famille

A la mémoire de mon père

A mon mari Kader

Merci à mes proches pour m'avoir soutenu par leur présence
dans les bons comme dans les mauvais moments :

Kawther, Rahma, Heyam , Izdihar, Hiba, Oumaima, Rania.

A mon binôme : Yasmine

A mes frères : Seif et Nordin

A ma petite nièce : Assinet

Je voudrai aussi dédier ce modeste travail à toutes les personnes qui

m'ont aidé et supporté :

Mme.Mebarka Baout et mes sœurs Imene et wissal

A tous qui ont une place dans mon cœur.

Meryem

Dédicace

*Je remercie Dieu, le tout puissant de m'avoir donné la santé, le courage
et la volonté d'entamer et de terminer ce modeste travail.*

*Je dédie ce travail à la femme plus douce, la plus précieuse ma première
mère (Aïcha) que Dieu la protège.*

*A mes très chère parents qui m'ont doté d'une éducation digne, qui ont
fait de moi ce que je suis aujourd'hui, et pour le gout à l'effort qu'ils ont
suscité en moi par leur rigueur.*

*Je n'arriverai jamais à leur exprimer mon amour sincère, je ne saurai
point vous remercier comme il se doit.*

*A mes très chers frères et ma sœur
Mohamed, Sami et Nesrine.*

*Et l'encadreur **Mme Lahiouel Yasmina** pour son soutien moral et
encouragement, dont je la remercie énormément.*

*Mes remerciements s'adressent aussi à tous mes professeurs sans
oublier **Mr Chaguetemi Salim**.*

A mon binôme : Meriem

A toutes mes chères amies :

Omaïma, Rania, Izedihar ,Hiba , Rayen K et Karima.

Yasmine

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau 4.1 : Les résultats physicochimiques de l'eau brute et traitée au cours du mois d'avril	42
Tableau 4.2 : les résultats physicochimiques de l'eau brute et traitée au cours du mois de Mai	43

Liste des figures *

Figure	Page
Figure 2.1 : Schéma classique d'une station de potabilisation des eaux de surface	11
Figure 2.2:Schéma d'un dégrilleur	12
Figure 2.3: Tambours filtrants (pour tamisage et micro-tamisage)	12
Figure 2.4 : Représente le bassin du pré chloration	13
Figure 2.5: Représente le bassin de coagulation.	14
Figure 2.6: Représente le bassin de floculation	14
Figure 2.7:Représente le bassin de décantation	15
Figure 2.8 : Schéma d'un filtre lent sur sable.	16
Figure 2.9 : Représente le bassin de Filtration	16
Figure 2.10 : Représente le réservoir de stockage	17
Figure 3.1 : pH mètre	21
Figure 3.2 : Turbidimètre	22
Figure 3.3 : Conductimètre	23
Figure 3.4 : Virage de la couleur du rose ou bleu pour la détermination du TH	24
Figure 3.5 : Virage de la couleur du jaune au rouge orange pour la détermination du TA et TAC	25
Figure 3.6 : Dispositif de filtration sous vide	28
Figure 3.7 : Image représentant le dosage d'ammonium	30
Figure 3.8 : image représente le Dosage des nitrates NO_3^-	33
Figure 3.9 : image représente le Dosage d'aluminium	34
Figure 3.10 : Jar-test	36
Figure 3.11: La courbe d'adsorption du chlore	36
Figure 3.12 : la rampe de filtration	39
Figure 3.13 : Image de membrane et boîte de pétri	40
Figure 3.14: Image représentant le tube stérile	41

Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Sommaire.....	III
Résumé	
Introduction.....	1
Chapitre1 : Généralités sur le traitement de l'eau potable	
Introduction.....	3
1-2- Les particules existantes dans l'eau.....	3
1-3- Les critères de potabilité.....	3
1-4-Traitement de l'eau.....	3
1-5-les paramètres organoleptiques.....	4
1-5-1-couleur.....	4
1-5-2-odeur.....	4
1-5-3-gout.....	4
1-6-Les paramètres physicochimiques.....	4
1-6-1-La température.....	4
1-6-2-Le potentiel hydrogène pH.....	4
1-6-3-La conductivité.....	4
1-6-4-La dureté.....	5
1-6-5-la turbidité.....	5
1-6-6-Les chlorures.....	5
1-6-7-la salinité.....	5
1-6-8- Le taux de sels dissous.....	5
1-6-9- La matière en suspension (MES).....	6
1-6-10- Fer et Manganèse	6
1-6-11- Nitrate et nitrite	6
1-6-12- L'ammonium NH_4^+	6
1-6-13- Les phosphates (PO_4^-)	6
1-7 Les paramètres bactériologiques.....	7
1-7-1-les entérobactéries.....	7
1-7-2-les streptocoques du groupe D.....	8

1-7-3-clostridium sulfito-réducteurs.....	8
1-7-4-les bactéries Revivifiables.....	8
1-8-Pollutions de l'eau :.....	8
1-8-1- Pollution d'agriculture :.....	8
1-8-2- Pollution domestique	8
1-8-3- Pollution d'origine naturelle	8
1-8-4- Pollution par les substances au traitement de l'eau	8
Chapitre2 : Les procédés de traitement des eaux	
2-1-Introduction.....	10
2-2- Définition des objectifs du traitement.....	10
2-3-Les procédés de traitement des eaux destinées à la consommation humaine.....	10
2-3-1-Prétraitement.....	11
2-3-2-Pré chloration.....	13
2-3-3- Coagulation-Floculation.....	13
2-3-4-Décantation.....	15
2-3-5-Filtration sur sable.....	15
2- 3-6- Désinfection.....	16
2-3-7- Stockage de l'eau.....	17
2-4-conclusion	18
Partie pratique	
Chapitre3 : Matériel et méthodes	
3-1-Description de la station.....	19
3-2-les analyses physico-chimiques.....	19
3-2-1- Mesure du pH.....	20
3-2-2-Mesure de la température (T°).....	21
3-2-3- Mesure de la turbidité.....	21
3-2-4-Mesure de la conductivité.....	22
3-2-5-Dosage du titre hydrotimétrique (TH).....	23
3-2-6-Titre alcalométrique simple et complet (TA et TAC).....	24
3-2-7- Détermination des chlorures (Cl).....	25
3-2-8- Détermination des matières oxydables en milieu acide (M.O).....	26
3-2-9- Détermination des matières en suspension (MES).....	27
3-2-10-Résidu sec (RS).....	28
3-2-11-DOSAGE DE L'AMMONIUM Méthode spectrométrique manuelle.....	29

3-2-12-Dosage des ions nitrites par méthode spectrométrique.....	30
3-2-13- Dosage des sulfates.....	31
3-2-14-Détermination des phosphates PO_4^{3-}	31
3-2-15- Détermination du fer méthode à l'orthophénanthroline.....	31
3-2-16- Dosage des nitrates NO_3^- - méthode au salicylate de sodium.....	32
3-2-17-Dosage d'Aluminium (Al^{3+}).....	35
3-2-18- Jar-test.....	34
3-2-19-Break point.....	35
3-3-Analyses bactériologiques.....	36
3-3-1- Recherche des germes totaux (GT).....	37
3-3-2-Recherche des coliformes totaux (CT) et fécaux (CF).....	37
3-3-3-Recherche des streptocoques fécaux.....	38
3-3-4-Recherche des anaérobies sulfito-réducteur (ASR).....	39
3-3-4-Recherche des anaérobies sulfito-réducteur (ASR).....	40
Chapitre4 : résultats et discussion.....	42-51
Conclusion.....	52
Les références bibliographiques	

Résumé

L'eau est la base de la vie mais ça pourrait être la raison des maladies humaines dues aux produits chimiques et aux micro-organismes pathogènes (Virus, bactéries, parasites). Pour avoir de l'eau potable et sans danger pour le consommateur, les autorités concernées de la station d'épuration d'eau potable de Hammam Debagh procèdent à des analyses physicochimiques et bactériologiques pour éviter tout problème de santé et pour une eau de bonne qualité.

Mots clés : Eau, analyses physicochimiques, analyses bactériologiques.

Abstrat

Water is the basis of life but it could be the reason for human illnesses due to chemicals and pathogenic microorganisms (Viruses, bacteria, parasites). To have safe drinking water for the consumer, the authorities concerned at the Hammam Debagh drinking water treatment plant carry out physicochemical and bacteriological analyzes to avoid any health problem and for good quality water.

Keywords: Water, physicochemical analysis, bacteriological analysis

ملخص

الماء هو أساس الحياة و لكن يمكن أن يكون السبب في مرض الانسان بسبب المواد الكيميائية و الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض (فيروسات ، بكتيريا ، طفيليات). للحصول على مياه صالحة للشرب و غير ضارة بالمستهلك، تقوم السلطات المعنية لمحطة معالجة مياه الشرب بحمام دباغ بإجراء التحاليل الفيزيائية و الكيميائية و البكتريولوجية لتفادي أي مشكل صحي و لجودة مياه جيدة .

الكلمات المفتاحية: ماء، تحاليل فيزيو كيميائية، تحاليل بكتريولوجية

Introduction

INTRODUCTION

L'eau potable est une eau que l'on considère, à l'aune des normes de qualité, qu'elle peut être bue, cuite ou utilisée à des fins domestiques et industrielles sans danger pour la santé [site web3].

L'eau peut être classée en deux types : les eaux souterraines et les eaux de surface, ces dernières peuvent se trouver en stocks naturels (lacs) ou artificiels (barrages). Les propriétés chimiques de ces eaux dépendent de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours [3].

L'eau pure n'existe pas à l'état naturel. Dans son parcours elle se charge d'éléments à la fois indispensables à notre santé mais peut également rencontrer des substances potentiellement toxiques pour l'organisme. C'est pourquoi l'eau doit subir plusieurs traitements avant d'être considérée comme potable.

Le problème de l'eau est aggravé ces dernières années par le problème de sécheresse qui a touché l'ensemble du territoire, ont montré combien il était nécessaire d'accorder la plus grande attention à l'eau. Cette ressource vitale est menacée dans sa qualité et dans sa quantité.

La qualité de l'eau produite est plus importante que la quantité. Cette qualité est mesurée en termes de quantité totale de solides dissous par rapport aux sels. Par exemple, une eau de rivière propre (eau potable ou eau fraîche) contient 200 ppm de sels, l'eau saumâtre (brackish water) 500 ppm, l'eau de mer contient 35000 ppm. D'autre part, l'eau nécessaire pour la majorité des utilisateurs ne doit pas dépasser 200 ppm pour l'industrie, 500 ppm pour la consommation domestique et 1000 ppm pour l'irrigation.

Le laboratoire d'analyse a un rôle très important dans le suivi d'une station de traitement car c'est lui qui doit confirmer la potabilité de l'eau après traitement et anticiper toutes les étapes nécessaires avant traitement à l'aide des analyses pour l'obtention des résultats demandés.

Le traitement à effectuer sur l'eau brute aura pour but :

- La clarification est l'ensemble des opérations permettant d'éliminer les matières en suspension d'une eau brute ainsi que des matières organiques dissoutes. Suivant les concentrations de l'un et de l'autre des différents polluants, on peut être amené à pratiquer des opérations de plus en plus complexes qui vont de la simple filtration avec ou sans réactif jusqu'à la coagulation – floculation – décantation ou flottation – filtration.

Dans la clarification, on s'efforce de débarrasser l'eau brute de ces particules colloïdales et en suspension en les retenant à leur passage dans une masse filtrante, après, éventuellement, un traitement approprié.

INTRODUCTION

- La rendre bactériologiquement pure et exempte de micropolluants. La désinfection est l'étape ultime du traitement de l'eau de consommation avant distribution. Elle permet d'éliminer tous les micro-organismes pathogènes présents dans l'eau.

Le principe de la désinfection est de mettre en contact un désinfectant à une certaine concentration pendant un certain temps avec une eau supposée contaminée. Cette définition fait apparaître trois notions importantes : les désinfectants, le temps de contact et la concentration résiduelle en désinfectant.

Les quatre principaux désinfectants utilisés en production d'eau potable sont les suivants :

- Le chlore
- Le dioxyde de chlore
- L'ozone
- Le rayonnement UV.

L'affinage et l'amélioration : les procédés de traitement permettent d'obtenir, à la sortie de l'usine de production une eau d'excellente qualité. Mais l'objectif de la distribution publique de l'eau est l'amener à domicile (soit au robinet du consommateur). Le voyage de l'eau dans le réseau va avoir une durée très variable, de quelques heures à plusieurs jours : en moyenne deux jours environ. Pendant ce voyage, l'eau sera en contact avec les matériaux constituant le réseau public et les canalisations à l'intérieur des habitations.

Une ou plusieurs étapes particulières de traitement sont destinées à préparer l'eau à ce voyage. L'eau suit un cycle naturel dans lequel les éléments chimiques qu'elle contient évoluent. L'eau de pluie contient naturellement du dioxyde de carbone (CO_2).

L'objectif de ce travail est de connaître, suivre et réaliser les différentes étapes utilisées dans la station d'épuration, pour garantir la qualité de l'eau après traitement.

Chapitre I :

**Généralités sur le
traitement de l'eau
potable**

1-1-Introduction :

Indispensable à la vie, catalyseur de nombreuses réactions chimiques, l'eau est également le principal agent d'érosion et de sédimentation et donc un facteur déterminant de la formation des paysages. Le caractère banal de l'eau qui nous environne, fait parfois oublier que ce liquide qui nous est si familier s'avère en réalité par ses propriétés si particulières à la fois le fluide le plus indispensable à la vie et celui dont la complexité est la plus remarquable [1].

1-2-Les particules existantes dans l'eau :

Les composés retrouvés dans l'eau sont généralement regroupés dans trois catégories: les matières en suspension, les matières colloïdales et les matières dissoutes

- Les matières en suspension sont d'origine minérale ou organique. Le temps requis pour décanter d'un mètre varie de quelques dixièmes de secondes à plusieurs jours selon leur diamètre et leur densité.
- Les matières colloïdales d'origine minérale ont une densité faible et peuvent nécessiter théoriquement jusqu'à 666000 années pour décanter de un mètre.
- les matières dissoutes, quant à elles, sont généralement des cations ou anions de quelques nanomètres de diamètre, elles décantent donc encore plus lentement [2].

1-3-Les critères de potabilité :

Pour être consommée, l'eau doit répondre à des critères de qualité très stricts fixés par le ministère de la santé. Les critères d'une eau "propre à la consommation" portent sur :

- * **La qualité microbiologique** : L'eau ne doit contenir ni parasite, ni virus, ni bactérie pathogène.
- * **La qualité chimique** : Les substances chimiques autres que les sels minéraux font l'objet de normes très sévères. Ces substances sont dites "indésirables " ou " toxiques".
- * **La qualité physique et gustative** : L'eau doit être limpide, claire, aérée et ne doit présenter ni saveur ni odeur désagréable.
- * **Les substances "indésirables"** : Leur présence est tolérée tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil [2].

1-4- Traitement de l'eau :

Les procédés de traitement à utiliser dans un cas particulier doivent tenir compte de la qualité, de la nature et de la source d'approvisionnement en eau. L'objectif fondamental du traitement de l'eau est de protéger les consommateurs des microorganismes pathogènes et des impuretés désagréables ou dangereuses pour la santé.

Lorsque la source d'eau est contaminée, il est particulièrement important d'instituer un

traitement qui oppose des barrières multiples à la diffusion des organismes pathogènes de façon à assurer un degré élevé de protection. Le concept des barrières multiples peut être adapté au traitement des eaux de surface [3].

1-5-Les paramètres organoleptiques :

1-5-1-La couleur :

La couleur de l'eau peut provenir de substances minérales comme le fer ou le manganèse et de substances organiques. Les substances organiques comprennent généralement des algues, des protozoaires et des produits naturels provenant de la décomposition de la végétation (substances humiques, lignine). Il ne faut pas confondre couleur et turbidité. La couleur est très préjudiciable pour l'esthétique.

1-5-2-Odeur :

Dans l'eau, diverses molécules sont responsables des odeurs. Elles proviennent essentiellement de la dégradation des composés azotés ou soufrés : amines, ammoniac, mercaptans, etc. Mais la molécule qui pose le plus de problèmes est généralement l'hydrogène sulfuré (H_2S).

1-5-3-Goût :

L'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue par l'organe gustatif lorsqu'il est en contact avec l'eau testée [4].

1-6-Les paramètres physicochimiques :

1-6-1-Température :

Il est très important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH d'une façon générale. La température des eaux superficielles est influencée par leur origine et par la température de l'air.

1-6-2-Le potentiel hydrogène pH :

Le potentiel hydrogène plus connu sous le nom du pH est la valeur qui détermine si une substance est acide, neutre ou base. Il est calculé à partir du nombre d'ions d'hydrogène présents. Le pH d'une solution aqueuse varie de 0 à 14, un pH de 7 signifie que la solution est neutre. Un pH inférieur à 7 indique que la solution est acide, un pH supérieur à 7 indique que la solution est basique. Une solution est neutre lorsqu'il y'a autant de H_3O^+ que de OH^- .

1-6-3-La conductivité électrique:

L'eau pure est peu conductrice du courant électrique car elle ne contient que très peu les particules chargées électriquement (ions), susceptible de se déplacer dans un champ

électrique, l'unité de la conductivité est le micro-siemens par centimètre ($\mu\text{s/cm}$). La conductivité traduit la minéralisation globale de l'eau. Sa valeur varie en fonction de la température. La conductivité est liée à la présence d'ions en solution. Elle augmente avec la température et la concentration en sels dissous [5].

1-6-4-Dureté :

La dureté, aussi appelée le titre hydrotimétrique (TH) dont l'origine dans l'eau douce est liée aux ions de calcium et au magnésium de ce fait on peut distinguer différents types de dureté :

- Dureté totale
- Dureté calcique
- Dureté magnésienne
- Dureté permanente ou non carbonatée
- Dureté temporaire ou carbonatée [6]

1-6-5-La turbidité :

La turbidité est due aux particules colloïdales en suspension dans l'eau, quand on sait que la majorité des toxiques, tant minéraux qu'organiques sont absorbés à 90% en moyenne, sur les matières en suspensions et colloïdales, on comprend l'importance de la turbidité [5].

1-6-6-Les chlorures :

Les chlorures sont présents en concentration faible dans les eaux de surfaces, ceci peut être attribué à la dissolution de dépôt due :

- aux effluents de l'industrie chimique
- à l'exploitation des puits du pétrole
- aux rejets des égouts
- aux drainages d'irrigation, etc. [6]

1-6-7- La salinité :

La présence des sels dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximum de densité). D'autres (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière significative. Enfin certaines sont essentiellement déterminées par la quantité de sel dans l'eau.

1-6-8- Le taux de sels dissous (TDS) :

La quantité des sels minéraux dissous influence la conductivité, la mesure qui permet de déterminer la quantité totale des sels minéraux dissous dans l'eau appelée la TDS.

1-6-9- Les matières en suspension (MES) :

Ce sont des particules solides très fines et généralement visibles à l'œil nu, théoriquement elles ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdale. Elles déterminent la turbidité de l'eau. Elles limitent la pénétration de la lumière dans l'eau, la teneur en oxygène dissous et nuisent au développement de la vie aquatique. Ces matières sont en relation avec la turbidité, leur mesure donne une première indication sur la teneur en matière colloïdale d'origine minérale ou organique. La mesure des MES permet d'apprécier la charge solide en suspension d'une eau naturelle ou résiduaire [5].

1-6-10-Fer et Manganèse :

Ces deux éléments chimiques sont souvent rencontrés ensemble dans la nature, la présence de fer dans les eaux de la surface peut contenir jusqu'à 0.5mg/l qui peuvent avoir comme origine le lessivage de terrains argileux industriels (métaux) ce qui donne une coloration rouge et un goût métallique à l'eau. Par contre la présence du manganèse est liée à l'industrie (métallurgique) électrique et chimique.

1-6-11-Nitrate et nitrite (NO_3^- , NO_2^-) :

La contamination des sources d'eau potable par les nitrates et nitrites est de plus en plus fréquente à cause de leur stabilité dans l'environnement. Ils vont contaminer facilement les cours d'eau et les nappes souterraines.

La cause majeure de cette contamination est l'utilisation intensive d'engrais chimiques dans l'agriculture [6].

1-6-12- L'ammonium NH_4^+ :

L'ammonium représente la forme ionisée de l'azote ammoniacal, sa présence dans les eaux profondes résultent le plus souvent de la décomposition anaérobie de la matière organique azotée. On les trouve souvent à des teneurs variant entre 0,1 et 0,2mg/l, il n'a pas d'effet appréciable sur la santé des consommateurs, mais sa présence dans l'eau est un indicateur de pollution. L'ammonium doit être éliminé dans les eaux de consommation car c'est un aliment qui peut permettre à certaines bactéries de se proliférer dans les réseaux de distribution.

1-6-13- Les phosphates (PO_4^-) :

Les phosphates font parties des anions facilement fixés par le sol, leur présence dans les eaux naturelles, sont liées à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique,-il en résulte une véritable dégradation qui peut devenir irréversible. Le phosphore joue un rôle important dans le développement des algues, il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les réservoirs, les canalisations de grand diamètre et les eaux des lacs où il

contribue à l'eutrophisation.

1-7-Les paramètres bactériologiques :

L'eau ne doit contenir ni bactérie, ni virus qui pourraient entraîner une contamination bactériologique et être la cause d'une épidémie. Le dénombrement des bactéries consiste à rechercher des germes aérobies, autrement dit se développant en présence d'oxygène. Cette analyse est surtout significative pour l'étude de la protection des nappes phréatiques.

La présence de coliformes fécaux ou de streptocoques fécaux indique une contamination de l'eau par des matières fécales. La présence d'autres coliformes, de staphylocoques laisse supposer une contamination fécale. Dans les deux cas, des mesures doivent être prises pour interdire la consommation de l'eau ou en assurer le traitement [5].

1-7-1-Les entérobactéries :

1- 7-1-1- Les coliformes totaux :

Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries que l'on retrouve fréquemment dans l'environnement, par exemple dans le sol, la végétation ou l'eau, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains. Les coliformes totaux n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles [site web 1].

Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes. Ce groupe bactérien est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'il contient notamment des bactéries d'origine fécale, comme l'*Escherichia coli* (*E. coli*) [site web 2].

1-7-1-2- Les coliformes thermo-tolérants :

Les coliformes thermo-tolérants proviennent des intestins et des excréments des humains et des animaux à sang chaud. La présence de ces bactéries dites pathogènes est très risquée pour la santé des humains et des animaux. La bactérie e-coli (*Escherichia coli*) appartient à cette catégorie de coliformes. L'absorption d'une eau infectée de coliformes fécaux peut entraîner des maladies très graves et, dans certains cas, peut causer la mort [7].

***Escherichia-coli :**

Organisme coliforme thermotolérant, aérobie et facultativement anaérobie, qui loge généralement dans le gros intestin, chez l'homme et les animaux à sang chaud. Sa présence dans l'eau indique non seulement une contamination récente par des matières fécales mais aussi la présence possible de bactéries, virus et protozoaires pathogènes [6].

1-7-2-Les streptocoques du groupe D :

Ces bactéries appartiennent à la famille de Streptococcaceae, au genre Streptococcus et au groupe sérologique «D» de Lance Field. Ils sont définis comme étant des cocci sphériques légèrement ovales, Gram positifs. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développent le mieux à 37°C et ils possèdent le caractère homoférmementaire avec production de l'acide lactique sans gaz.

1-7-3-Clostridium sulfito-réducteurs :

Les bactéries sulfito-réductrices constituent un des paramètres indicateurs de qualité, témoins du fonctionnement des installations de production et de distribution d'eau lorsque l'eau est d'origine superficielle. Ces bactéries anaérobies sulfito-réductrices sont recherchées par des méthodes normalisées. Parmi les colonies typiques développées, celles issues de spores de Clostridium sulfito-réducteurs devront être confirmées.

1-7-4-Les bactéries revivifiables :

La recherche des bactéries revivifiables n'est pas significative d'une pollution fécale, mais elle donne de bonnes indications sur l'histoire bactérienne d'une eau et en particulier d'une eau d'origine souterraine [6].

1-8-Pollutions de l'eau :**1-8-1- Pollution d'agriculture :**

Elle est due à l'utilisation des engrais chimiques azotés et phosphorés, des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures. Ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines.

1-8-2- Pollution domestique :

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

1-8-3- Pollution d'origine naturelle :

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

1-8-4- Pollution par les substances au traitement de l'eau :

La chloration de l'eau dans le but de la rendre potable est un procédé très répandu et reconnu efficace. La chloration est même considérée par les experts comme étant l'une des

plus importantes initiatives de santé publique du XX^e siècle. Cependant, bien qu'il soit efficace pour contrôler principalement les virus et les bactéries, le chlore, en présence de matières organiques, entraîne la formation de plusieurs sous-produits de chloration (SPC) potentiellement cancérigènes comme par exemple les trihalométhanes (THM). La toxicité de l'aluminium a été étudiée en relation avec la maladie d'Alzheimer qui influe sur la mémoire et le comportement des personnes atteintes [1].

Chapitre II :
Les procédés de
traitement de l'eau

2-1-Introduction:

Presque toutes les eaux de la nature ne sont pas bonnes à boire. Même une eau d'apparence limpide transporte en son sein toutes sortes de substances inertes et vivantes, dont certaines peuvent être nocives pour l'organisme humain. Ces substances proviennent soit du milieu physique dans lequel l'eau a évolué, soit des rejets de certaines activités humaines dont l'eau est devenue le réceptacle. L'eau est ainsi le vecteur de transmission privilégié de nombreuses maladies (choléra, typhoïde, saturnisme (plomb), moustiques transmettant différentes maladies, diarrhées, etc.). Pour pouvoir être consommée sans danger, l'eau doit donc être traitée.

La filière de traitement d'une station de potabilisation de l'eau dépend d'une part de l'eau brute elle-même (provenance, substances contenues, qualité intrinsèque) et, d'autre part, du cadre législatif et réglementaire régissant l'eau de boisson de leur côté, les procédés doivent répondre chacun à des conditions particulières qui assureront leur bon fonctionnement. Tous ces éléments doivent être pris en compte dans le choix des procédés d'une chaîne de traitement. Cette approche globale s'applique aussi bien à la conception des nouvelles stations qu'à l'agrandissement ou à la modernisation des anciennes [2].

2-2- Définition des objectifs du traitement :

Les objectifs du traitement peuvent être répartis en deux groupes :

- La santé publique, qui implique que l'eau distribuée ne doit apporter aux consommateurs ni substances toxiques (organiques ou minérales), ni organismes pathogènes. Elle doit donc répondre aux normes physico-chimiques et bactériologiques
- la protection du réseau de distribution, et aussi des installations des usagers (robinetterie, chauffe-eau...) contre l'entartrage et/ou corrosion. Dans tous les pays, ces objectifs se traduisent par une réglementation officielle. Cette dernière est fonction de critères de santé publique, du degré de développement du pays considéré et des progrès de la technologie [8].

2-3-Les procédés de traitement des eaux destinées à la consommation humaine :

La station effectue les procédés de traitement suivants :

- Prétraitement
- Pré chloration
- Coagulation-Floculation

- Décantation
- Filtration sur sable
- Désinfection (post-chloration)
- Stockage de l'eau

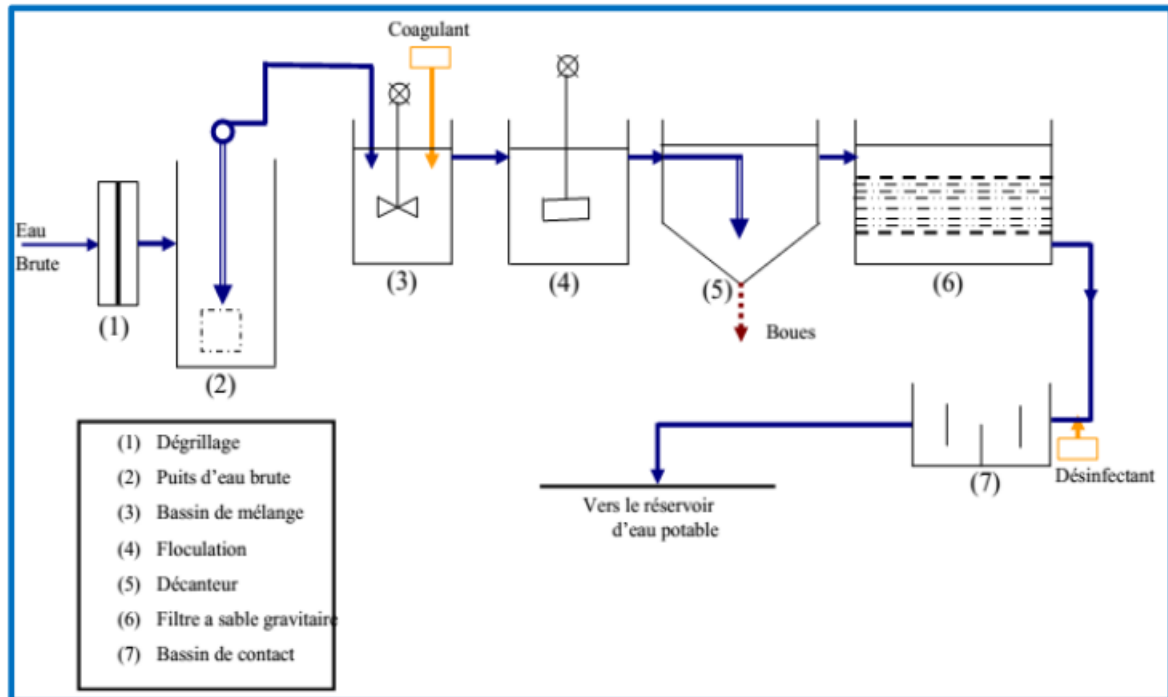


Figure 2.1 : Schéma classique d'une station de potabilisation des eaux de surface.

2-3-1-Prétraitement :

Une eau, avant d'être traitée, doit être débarrassée de la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne pour les traitements ultérieurs. Pour cela, on effectue des prétraitements de l'eau de surface. Dans le cas d'une eau potable, le prétraitement est principalement de deux types :

- physique : le dégrillage, le tamisage
- chimique : préoxydation.

2-3-1-1-Le dégrillage :

C'est le premier poste de traitement qui permet de protéger les ouvrages avals de l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de traitement. Ceci permet également de séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute (corps flottants et gros déchets tels que des branchages et des cailloux et même des animaux aquatiques, etc.), qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants, ou en compliquer l'exécution. L'installation de dégrillage se compose : d'un canal, de la grille du dégrilleur et d'une benne pour les déchets.



Figure 2.2 : Schéma d'un dégrilleur

2-3-1-2-Le tamisage :

Le but de ce dispositif est de piéger les particules solides charriées par les eaux et les matières en suspension de granulométrie comprise entre 200 et 500 μm : sables, graviers, feuilles ou de morceaux de plastique. Brièvement il permet d'éliminer des objets plus fins que ceux éliminés par le dégrillage [2].

L'eau passe dans des tamis de maille de plus en plus fine retenant les débris végétaux et animaux, les insectes, les mollusques, les crustacés d'eau douce, les alluvions, les herbes puis les algues et le plancton [Site web 1].



Figure 2.3 : Tambours filtrants (pour tamisage et micro-tamisage)

2-3-2-Pré chloration :

C'est un procédé chimique qui utilise le chlore (ou l'hypochlorite de sodium), l'ozone, le dioxyde de chlore ou le permanganate de potassium pour l'élimination du fer et du manganèse (notamment pour les eaux souterraines), de la couleur, les matières organiques et les micro-organismes (algues, plancton et bactéries), essentiellement pour les eaux superficielles [2].

Les différents oxydants les plus utilisés au niveau de la station de Hammam Debagh est le chlore gazeux ou l'hypochlorite de sodium [6].

Actuellement, la station utilise dans l'eau des doses entre 2,5 à 3 g/m³ d'hypochlorite de sodium.



Figure 2.4 : Représente le bassin de pré chloration

2-3-3- Coagulation-Floculation :

La coagulation-floculation est un procédé physico-chimique de clarification des eaux, il réside dans la formation par l'addition de coagulant, trames floconneuses appelées «Flocs».

2- 3-3-1- Coagulation:

La coagulation est un processus qui consiste à neutraliser les charges portées par les substances colloïdales ou dissoutes indésirables à l'aide d'un produit chimique de charge opposée, appelé coagulant avec une agitation rapide, afin de faciliter leur agglomération en flocons décantables ou filtrables.

Le coagulant qui peut être introduit dans un bassin de coagulation est le sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3$.



Figure 2.5 : Représente le bassin de coagulation.

2-3-3-2-Floculation :

C'est une opération complémentaire à la coagulation, elle vise à favoriser la croissance de floes par une agitation lente et prolongée de l'eau provenant des bassins de coagulation, elle est réalisée dans un bassin pourvu d'une unité mécanique d'agitation et implique habituellement l'ajout d'un floculant. Elle complète la phase de coagulation et vise à assurer une plus grande cohésion du floc et une meilleure vitesse de sédimentation. L'adjuvant ou le floculant peut être introduit dans un bassin de floculation est le poly-électrolyte.

Le temps nécessaire pour la coagulation-floculation est de 20 à 30 minutes.



Figure 2.6 : Représente le bassin de floculation

2-3-4-Décantation :

Elle vise à éliminer les floccs issus de la coagulation-floculation. Elle se déroule au niveau du bassin de décantation, le volume de ce dernier est 3400 m³.

Le temps nécessaire pour la décantation des floccs est deux heures [6].



Figure 2.7 : Représente le bassin de décantation

2-3-5-Filtration sur sable :

Ce procédé permet l'extraction extensive des particules par passage de l'eau sur un lit de sable fin (~0,1 - 1 mm) à la vitesse de 0,06 – 0,3 m/h. Il s'agit souvent de la dernière étape de traitement avant la protection du réseau. Du fait de la longue durée de séjour de l'eau dans le lit de sable (5 - 10 h, épaisseur 0,7 – 1,2 m), l'extraction des impuretés dissoutes et particulaires conjugue tamisage, filtration et sorption. Parallèlement s'y déroule une destruction de microorganismes pathogènes (par manque de nutriments, température, prédation, etc.) et se crée une activité biologique entraînant une biodégradation significative de composés organiques biologiquement assimilables (COA).

On notera tout spécialement, dans ce contexte, le biofilm (ou « membrane biologique ») de quelques centimètres d'épaisseur qui se forme à la surface du filtre. Il s'y déroule notamment des processus de filtration, de nitrification et de minéralisation de substances organiques. Ainsi, ce procédé présente de très bonnes performances de purification du fait de la longue durée de filtration et de la finesse du sable. La simplicité du dispositif (pas de composante mobile, pas de produits chimiques, écoulement naturel) et de son exploitation font de la filtration lente sur sable un procédé particulièrement bien adapté aux stations de petite taille ou de pompage d'eau de lac [site web 2].

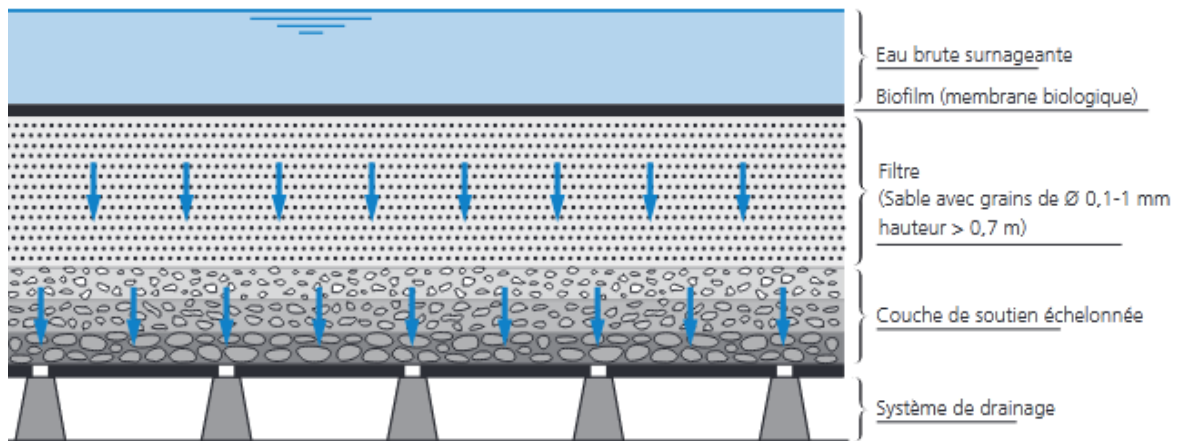


Figure 2.8 : Schéma d'un filtre lent sur sable.

Le biofilm est une membrane biologique constituée d'une grande variété de microorganismes très actifs qui dégradent les impuretés. La couche de sable fin sous-jacente filtre l'eau par voie physico-chimique.



Figure 2.9 : Représente le bassin de Filtration

2-3-6- Désinfection :

Les bactéries et virus pathogènes qui demeurent dans l'eau sont éliminés lors de l'étape de désinfection. On utilise pour cela du chlore, de l'ozone ou des ultraviolets. Une petite quantité de chlore reste dans l'eau produite pour éviter un développement bactérien plus en aval, dans le réseau d'eau [site web 2].

2-3-7- Stockage de l'eau :

Le stockage de l'eau s'effectue dans des réservoirs situés généralement en hauteur : bassins d'entrée au sommet des collines ou châteaux d'eau, ils fonctionnent selon le principe des vases communicants pour assurer une pression régulière et suffisante au sein du réseau en fonction du rythme de consommation, ils constituent aussi une réserve de sécurité en cas d'incident sur le réseau ou de hausse anormale de la consommation. Pour pouvoir satisfaire à tout moment la demande des abonnés en eau potable, un réservoir de stockage d'une capacité de 3000 m³ a été créé sur le lieu de traitement en forme de bache d'entrée, une réserve qui permet de gérer les points de consommation en différents points du réseau [6].



Figure 2.10 : Le réservoir de stockage

2-4-conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons discuté de la façon de traiter les eaux de surface afin de les rendre potables. Nous avons expliqué ainsi toutes les étapes suivies dans la station d'épuration de Hammam Debagh [7].

Chapitre III:

Matériels et

Méthodes

3-1-Description de la station :

La station de traitement des eaux potables de Guelma est une usine de traitement des eaux, de capacité de 500 l/s et ce traitement se fait par des étapes bien définies qui forment le procédé de traitement qui a été mis au point selon la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau brute du barrage. Ce procédé se compose d'une pré-chloration suivie de l'étape de coagulation, puis de l'étape de coagulation/floculation ensuite la décantation et enfin la filtration. Chacune de ces étapes comprend des techniques spécifiques pour améliorer la qualité de l'eau dans le processus de traitement pour la pré-chloration. Elle se fait par l'eau de javel qui est un oxydant. La coagulation se fait par le sulfate d'alumine dans un bassin d'agitation rapide suivie par la floculation qui se fait par flocculant qui est le poly-électrolyte. Cette étape se fait dans un bassin à agitation lente, et le temps entre la coagulation et la floculation est de 20 min, c'est le temps nécessaire pour la formation des floccs. Le dosage des produits chimiques (sulfate d'alumine et poly-électrolyte) se fait dans le laboratoire par la technique du jarre-test pour mieux optimiser l'utilisation de ces produits et avoir une bonne floculation selon la turbidité de l'eau brute.

Après l'étape de coagulation /floculation vient la décantation qui se fait dans un décanteur à ciel ouvert pendant 2 heures, temps nécessaire pour permettre au flocc de décanter, à la fin il y a la filtration sur sable après la décantation car il y a toujours des petits floccs qui ne décantent pas et des particules de faible masse. Alors ils sont retenus dans les filtres ainsi que d'éventuels parasites, levures et algues.

3-2-les analyses physico-chimiques :

Une eau potable du point de vue chimique doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux dont la présence lui confère une saveur agréable. A l'exclusion de ceux qui seraient l'indice d'une contamination ainsi que toute autre substance toxique [4].

***L'échantillonnage (le prélèvement) :**

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, l'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modification des caractéristiques physicochimiques.

Le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière, l'emploi de flacons neufs en verre, de préférence maintenus pendant une heure dans de l'eau distillée puis séchés. La quantité d'eau et le mode de prélèvement dépendent du but et de la nature de l'analyse, qui dépend eux aussi de la nature de l'eau et de son utilisation [4].

3-2-1- Mesure du pH :

- **Principe :**

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène $[H^+]$ présents dans l'eau ou les solutions.

La différence de potentiel existant entre une électrode en verre et une électrode de référence (Calomel - KCl saturé), plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ .

- **Appareil :** pH mètre
- **Electrode :** Electrode de pH combinée
- **Réactifs :** Tampon pH = 9
Tampon pH = 7
Tampon pH = 4
- **Mode opératoire :**
 - **Etalonnage de l'appareil :**
 - Allumer le pH mètre
 - Rincer l'électrode avec de l'eau distillée
 - Prendre dans un petit bêcher, la solution tampon pH = 7
 - Régler l'agitation à faible vitesse
 - Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH = 7
 - Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard 2
 - Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée
 - Ré étalonner de la même manière avec les solutions tampon pH = 9 ou pH = 4
 - Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.
 - **Dosage de l'échantillon :**
 - Prendre environ 100 ml d'eau à analyser
 - Mettre un agitateur avec une faible agitation
 - Tremper l'électrode dans le bêcher
 - Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation
 - Puis noter le pH.

3-2-2-Mesure de la température (T) :

- **Principe :**

Les mesures de la température de l'eau sur le lieu de prélèvement de l'échantillon sont une partie intégrante de l'analyse des eaux, car de cette température dépendent la solubilité du gaz et la vitesse de la réaction de l'eau.

- **Appareillage :**

La température est mesurée au même temps avec le pH par le PH mètre.



Figure 3.1 : pH mètre

3-2-3- Mesure de la turbidité :

- **Principe :**

Un liquide trouble s'éclaire vivement lorsqu'il est traversé par un faisceau lumineux, c'est le phénomène dit Tyndall due aux particules insolubles en suspension diffusant latéralement une partie des rayons lumineux.

- **Appareillage :**

- Turbidimètre (**HACH 2100N**)
- Cuve sterile.

- **Mode opératoire :**

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique

avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.



Figure 3.2 : Turbidimètre

3-2-4-Mesure de la conductivité :

- **Principe :**

Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) (ou couvertes de noir de platine) maintenues parallèles.

Si R est la résistance de la colonne d'eau en Ohms, S sa section en cm^2 et l , sa longueur en m, la résistivité électrique en ohms.cm est :

$$P = R \frac{S}{l}$$

La conductivité électrique en S / cm est

$$V = \frac{1}{P} = \frac{1}{R} \times \frac{1}{S}$$

- **Appareillage :**

- Conductimètre à électrode
- Récipient contenant l'eau à analyser.

- **Mode opératoire :**

D'une façon générale, utiliser de la verrerie rigoureusement propre et rincée avec de l'eau distillée, avant usage.

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées. Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.



Figure 3.3 : Conductimètre

3-2-5-Dosage du titre hydrotimétrique (TH)

Méthode par complexométrie (EDTA)

- **Principe :**

Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel disodique de l'acide éthylène-diaminetétracétique (EDTA).

La disposition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique. En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation de magnésium permet de doser la somme des ions calcium et magnésium.

- **Réactifs :**

- Indicateur noir d'eriochrome T
- Solution d'EDTA
- Solution tampon : chlorure d'ammonium 54 g
- Ammoniaque 34%

- **Mode opératoire :**

Prélever 100 ml d'eau à analyser, ajouter 2 ml de solution tampon (pH = 9,5 - 10) et quelques grains d'indicateur coloré, verser la solution d'EDTA jusqu'au virage du rouge vers bleu.

Expression des résultats : $TH \text{ } ^\circ f = V \text{ titre} * 10$

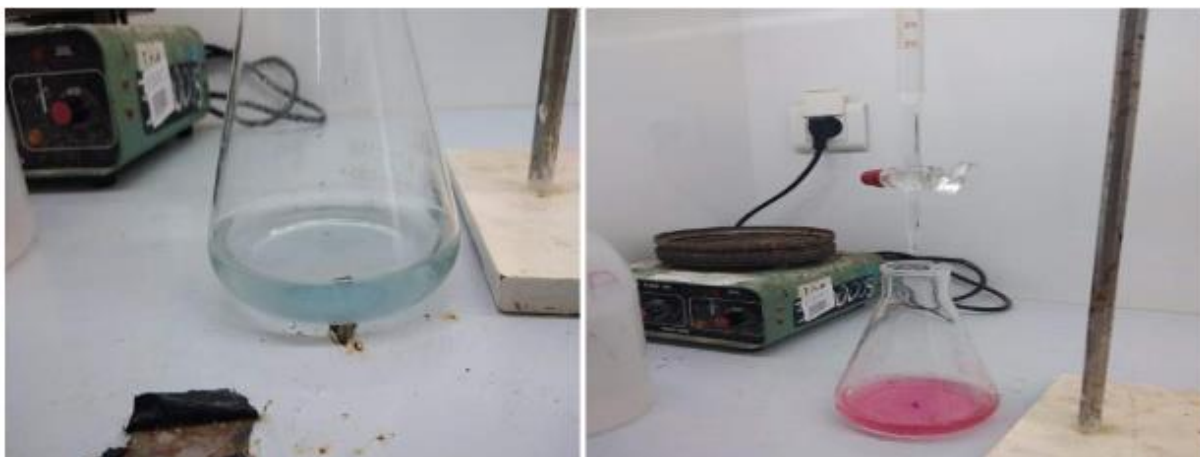


Figure 3.4 : Virage de la couleur du rose ou bleu pour la détermination du TH

3-2-6-Titre alcalométrique simple et complet (TA et TAC) :

- **Principe :**

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.

- **Réactifs :**

- Acide chlorhydrique ou sulfurique N/50
- Solution de phénolphtaléine dans l'alcool à 0,5%
- Solution de méthylorange à 0,5%
- Eau permutée exempte d'anhydrique carbonique libre (par ébullition de 15 min.)

TA :

- 100 ml d'eau à analyser
- 2 à 3 gouttes de phénolphaléine
- * si une coloration rose apparaît titre avec l'acide sulfurique N/50 jusqu'à disparition de couleur.
- * si la couleur n'apparaît pas TA = 0 (pH < 8,3 donc TA = 0)

TAC :

- 100 ml d'eau à analyser
- 2 à 3 gouttes de méthylorange à 0,5%
- Titrer par l'acide sulfurique N/50 jusqu'au virage rouge orange.

+ **Expression des résultats :** TAC °f = V titre – 0,5

$$TA (^{\circ}f) = VTA (ml)$$

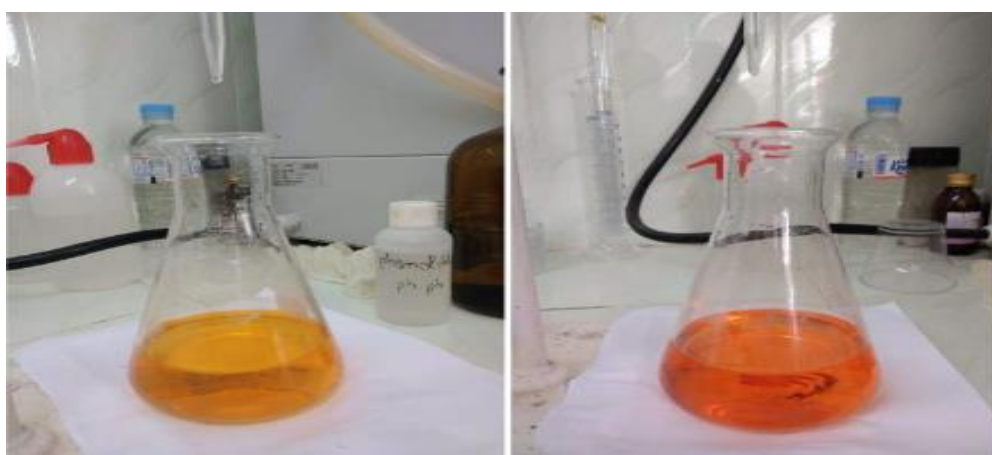


Figure 3.5 : Virage de la couleur du jaune au rouge orange pour la détermination du TA et TAC

3-2-7- Détermination des chlorures (Cl⁻) :**• Principe :**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrates d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

• réactifs :

- solution de chromate de potassium à 10%
- solution de nitrate d'argent N/10.

- **MODE OPERATOIRE :**

- Introduire **25 ml** d'eau à analyser, dans un erlenmeyer au col large
- ajouter 2 à 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10%
- Verser au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister 1 à 3 min.

- **Expression des résultats :**

$$FG: V_{AgNO_3} \times N_{AgNO_3} \times \frac{M_{Cl}}{PE} = V_{AgNO_3} \times 0.1 \times 35.5 \times \frac{1000}{25}$$

V_{AgNO_3} : volume d'AgNO₃

N_{AgNO_3} : la normalité d'AgNO₃

M_{Cl} : la masse molaire du chlore

$$\text{Teneur (mg/l)} = V \text{ titre} * 142$$

3-2-8- Détermination des matières oxydables en milieu acide (M.O) :

- **Principe :**

L'opération consiste à mesurer, en milieu acide et en milieu alcalin, la quantité d'oxygène utilisée pour la réduction du permanganate de potassium par les matières organiques d'origine animale ou végétale contenues dans une eau.

- **réactifs :**

- solution d'acide sulfurique 50%.
- solution de permanganate de potassium **N/80** a préparé à partir d'une solution **N/10** récemment titre.
- Vérifier le titre de cette Solution.
- **1ml** de la solution **N/80** correspond à **0.1 mg** d'oxygène.
- solution d'acide oxalique **N/80** .a préparer à partir d'une solution **N/10** récemment titre.

- **Mode opératoire :**

Introduire dans un erlenmeyer de 500 ml, 100ml d'eau à analyser et 10 ml d'acide sulfurique à 50% ajouté 10 ml de solution de permanganate de potassium N/80. Porter l'échantillon à l'ébullition ménagée pendant 10 min à partir du moment où les bulles en formation au fond du ballon viennent crever la surface du liquide.

Ajouter ensuite 10 ml d'acide oxalique N/80 pour décolorer. Revenir immédiatement à la teinte rose faible mais persistante à l'aide d'une burette graduée, la solution de permanganate de potassium N/80 faire un essai à blanc en opérant dans les mêmes conditions.

* **Expression des résultats :** $MO = V_{ech} - V_{blan}$

3-2-9- Détermination des matières en suspension (MES) :

- **Principe :**

L'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

- **Matériel :**

- dispositif de filtration sous vide ou sous pression (rampe).
- membranes de filtration.
- Etuve réglable.

- **MODE OPERATOIRE :**

- mettre les membranes filtrantes dans une étuve à 105°C pendant 20 mn.
- laisser refroidir dans le dessiccateur.
- ensuite les peser soit **p₁** : poids des membranes avant filtration.
- placer les membranes dans la rampe à filtration et faire passer 200 ml d'eau à analyser à travers.
- rendre les membranes à l'étuve (105°C) afin de les sécher pendant 20 mn.
- les laisser refroidir au dessiccateur puis les peser une 2^{ème} fois soit **p₂** : poids des membranes après filtration.

+ **Expression des résultats :**

$$MES \text{ (Mg/L)} = (p_1 - p_2) \times 5 \times 1000$$

p₁ : poids des membranes avant filtration.

p₂ : poids des membranes après filtration.



Figure 3.6 : Dispositif de filtration sous vide

3-2-10-Résidu sec (RS) :

- **Principe :**

Le résidu sec correspond au poids de la totalité des matières par litre d'eau.

Une certaine quantité d'eau bien mélangée est évaporée dans une capsule tarie.

Le résidu dessèche est ensuite pesé.

- **Matériel :**

- Capsule en porcelaine.

- Balance analytique.

- Etuve réglable.

- **MODE OPERATOIRE :**

- tarer une capsule préalablement lavée, rincer avec de l'eau distillée puis dessécher.

- prélever 200 ml d'eau à analyser.

- porter à l'étuve à 105 c pendant 24 heures.

- Laisser refroidir pendant ¼ heure aux dessiccateurs.

- peser immédiatement et rapidement.

*** Expression des résultats :**

$$RS \text{ (Mg/L)} = (Pp - Pv) * 5 * 1000$$

3-2-11-DOSAGE DE L'AMMONIUM Méthode spectrométrique manuelle :**• Principe :**

Mesurage spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et Hypochlorite en présence de nitrosopentacyanoferrate (III) de sodium (nitroprussiate de sodium).

• Réactifs :

- Réactif coloré
- Solution de Dichloroisocyanurate de sodium

• Matériels :

- Matériel courant de laboratoire : verrerie (fioles et pipettes), balance analytique
- Spectrophotomètre.

• Préparation de l'échantillon :

- prendre 40 ml d'échantillon dans une fiole de 50 ml
- ajouter 4 ml (réactif I).
- ajouter 4 ml de la solution de réactif II.
- compléter la fiole jusqu'à la jauge.
- Attendre 1 h 30 min.
- L'apparition de la couleur vert indique la présence de l'ammonium
- effectuer la lecture à 655 nm.

• Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.



Figure 3.7 : Image représentant le dosage d'ammonium

3-2-12-Dosage des ions nitrites par méthode spectrométrique :

- **Principe :**

Les ions nitrites réagissent en milieu acide ($\text{pH}=1,9$) avec le sulfamide en formant le sel de di-azonium (diazotation) qui forme avec le N-(1-naphtyl)-éthylènediamine-dichlorohydraté un colorant azoïque rouge.

- **REACTIFS :**

- Solution du réactif mixte

- **Mode opératoire :**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 mn.

* L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^- .

Effectuer la lecture à 543 nm.

- **Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg/l.

3-2-13- Dosage des Sulfates:**• Principe :**

Les ions sulfates sont précipités et pesés à l'état de sulfate de baryum.

• Mode opératoire :

- Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée.
- Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.
- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.
- Agiter énergiquement pendant 1 mn.
- Passer au spectrophotomètre à $\lambda = 420$ nm.

3-2-14-Détermination des phosphates PO_4^{3-} :**• Principe :**

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium.

• Réactifs :

- Réactif mélange
- Acide ascorbique ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$).

• Mode opératoire :

- Prendre 40 ml d'eau à analyser
- 1 ml d'acide ascorbique
- Ajouter 2 ml du réactif-mélange
- attendre 10 mn

L'apparition de la coloration bleue indique la présence des PO_4^{3-} . Longueur d'onde λ à 700 ou 880 nm.

3-2-15- Détermination du fer méthode à l'orthophénanthroline :**• Principe :**

Addition d'une solution de phénanthroline 1,10 à une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge-orange à une longueur d'onde de 510 nm.

Pour le dosage du fer total et du fer total dissous, du chlorhydrate d'hydroxylamine est ajouté pour réduire le Fe^{3+} en Fe^{2+} .

• Réactifs :

- Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine à 100 g/l
- Solution de phénanthroline

- Solution tampon acétate.

- **Matériels :**

- Spectrophotomètre UV-visible.

- Matériel courant de laboratoire : verrerie (fioles et pipettes), balance analytique.

- **Mode opératoire:**

- prendre 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 100 ml

- Ajouter à la solution transvasée, 1ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine et mélanger soigneusement

- ajouter 2 ml de tampon acétate pour obtenir un pH compris entre 3,5 et 5,5 de préférence 4,5

- Ajouter enfin 2ml de la solution de phénanthroline-1,10 compléter à 50 ml puis conserver les fioles à l'obscurité pendant 15 mn.

-Enfin passer au spectro pour mesurage à la longueur d'onde de 510 nm.

Expression des résultats : le résultat est donné en mg/l.

3-2-16- Dosage des nitrates NO_3^- méthode au salicylate de sodium :

- **Principe :**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosouylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

- **Réactifs :**

- Solution de salicylate de sodium à 0,5%

- Solution d'hydroxyde de sodium à 30%

- Solution de tartrate double de sodium et de potassium

- Acide sulfurique (H_2SO_4) concentré

- **Matériels :**

- Balance analytique de laboratoire

- fioles de 100 ml

- Pipettes 10 ml, 5 ml, 2 ml, 1 ml et poires à pipete

- Etuve ou bain marie pour séchage

- Spectrophotomètre UV-Visible à longueur d'onde de 415 nm.

- **Mode opératoire :**

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.

- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.

- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
 - Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C. (ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
 - Reprendre le résidu avec 2 ml. H₂SO₄.
 - laisser reposer 10 mn.
 - Ajouter 15 ml d'eau distillée.
 - Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium.
 - Faire la lecture au spectromètre UV-Visible
- **Expression des résultats** : Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm.



Figure 3.8 : image représente le Dosage des nitrates NO₃⁻



Figure 3.8 : image représente le Dosage des nitrates NO₃⁻

3-2-17-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 :

- chlorure de calcium à 0,7 g/l
- acide thioglycolique($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_5$) à 80 %
- solution tampon PH= 4,6.
- ROUGE D'ALZARINE ($\text{C}_{14}\text{H}_6\text{Na}_2\text{O}_7\text{S}$)

• 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 mn ;
- L'apparition de la couleur rouge indique la présence de l'ammonium ;
- Effectuer les mesures spectrophotométriques à une longueur d'onde de 490nm.



Figure 3.9 : image représente le Dosage d'aluminium

3-2-18- Jar-test :**• Principe**

La détermination du taux de coagulant est effectuée à l'aide d'un essai expérimental : « Jar- test » qui consiste à mettre des doses croissantes de coagulant dans des récipients contenant la même eau brute. Après quelques instants, on procède sur l'eau décantée à toutes les mesures utiles à la qualité de l'eau. La dose optimale est donc déterminée en fonction de la qualité des différentes eaux comparées.

• Matériel :

-Un flocculateur avec 6 agitateurs à hélices entraînés par un moteur électrique à vitesse variable

-6 bécchers de 1l

• Réactifs :

- Solution de sulfate d'alumine (coagulant) : $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 18 \text{H}_2\text{O}$

- Solution d'alginate de sodium ou poly-électrolyte de 1g/l (floculant)

• Mode opératoire :

Dans chacun des 6 bécchers, on verse un litre d'échantillon d'eau brute à analyser puis on les place dans le flocculateur.

✚ On met en marche les agitateurs à une vitesse d'environ 120 tr/min.

✚ On ajoute le chlore

✚ On injecte le coagulant (sulfate d'alumine) en quantités croissantes.

Après deux minutes :

✚ On ajoute aux différents bécchers une dose constante de floculant (poly électrolyte) correspondant à 0,1 mg/l.

✚ On diminue la vitesse d'agitation à 40 tours/min pendant 40 minutes

✚ Au début de cette agitation on note l'apparition des floccs, leurs aspects

✚ Au début de cette agitation on note l'apparition des floccs, leurs aspects

✚ On note l'estimation de la vitesse de décantation dès la fin de l'agitation lente

✚ Ensuite, on détermine le pH, la turbidité, l'oxydabilité et le chlore résiduel du surnageant pour chaque béccher

✚ Puis, on filtre le surnageant sur filtre bande blanche (comparable au filtre à sable) et on détermine la turbidité et l'alcalinité

✚ On évalue après traitement l'agressivité de l'eau décantée présentant les meilleurs résultats



Figure 3.10 : Jar-test

3-2-19-Break point:

- **Principe :**

La méthode dite du "break-point" (point d'inversion ou point de rupture) permet d'ajuster la quantité de chlore nécessaire et d'éviter la formation de chloramines (odorantes, mais peu désinfectantes).

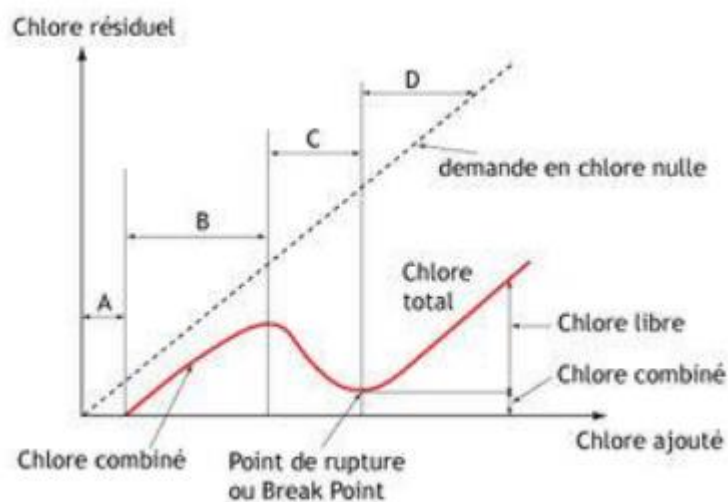


Figure 3.11: La courbe d'adsorption du chlore

Pour connaître la dose de chlore à injecter, il faut introduire dans différents récipients remplis d'une même quantité d'eau, une dose croissante de chlore. La mesure du chlore résiduel (chlore total) après environ 30 minutes donne la courbe d'absorption du chlore.

Avec :

A : destruction du chlore par les composés minéraux (fer, manganèse...);

B : formation de composés chlorés organique et de la chloramines, réduction des monochloramines et des chloramines, formation des trichloramines ;

C : destruction des chloramines par ajout de chlore supplémentaire, point de rupture (break point) : les mono, di et des trichloramines ont pratiquement disparus ;

D : production de chlore actif tout le chlore ajouté sera sous forme d'acide hypochloreux (HClO), mais il reste du chlore combiné (trichloramines et autre sous-produits de désinfectant).les trichloramines ont un très léger effet désinfectant, mais il donne un gout de chlore à l'eau

- **Réactifs :**

- Eau de javel.
- Bicarbonate sodium.
- KI.
- Amidon (indicateur coloré).

- **Matériels :**

- Eprouvette graduée
- Burette utilisé en ml pour KI.

- **Mode d'opérateur :**

- Prélever 10 ml de l'eau de javel et ajouter l'eau jusqu'à 100ml pour la dilution
- Prélever 10 ml de solution dilué et ajouter 3 g de bicarbonate de sodium avec l'agitation
- Ajoute 2 ml d'amidon (indicateur coloré).
- Titrer avec la solution KI jusqu'à obtenu la couleur Bleu-Maron.
- Noter le volume de KI V1.

3-3-Analyses bactériologiques :

Dans les milieux aquatiques, les microorganismes tel que les bactéries, les moisissures, jouent un rôle important dans l'évolution de la qualité des eaux.

Les analyses bactériologiques ont pour but de mettre en évidence la présence de bactéries qui modifient l'aptitude d'une eau à une utilisation donné.

3-3-1- Recherche des germes totaux (GT) :

- **Mode opératoire :**

- A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 20 gouttes dans une boîte de pétri vide, compléter ensuite avec environ 19 ml de gélose TGEA fondue

- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.
- Laisser solidifier les boîtes sur la paillasse.

❖ **Incubation :**

L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

• **Lecture et interprétation :**

Les germes totaux se présentent sous forme de colonie lenticulaire, on calcule le nombre de ces colonies présentes en unité formant colonie dans un millilitre d'eau (UFC/ml) après 24 et 48 heures.

3-3-2-Recherche des coliformes totaux (CT) et fécaux (CF) :

• **Mode opératoire :**

❖ **Pour les coliformes totaux :**

- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser
- Actionner la rampe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile
- Ensemencer la membrane qui renferme les germes, dans une boîte de pétri contenant de la gélose TTC TERGITOL

❖ **Pour les coliformes fécaux :**

- Placer s'il y a des colonies à l'aide d'une pince stérile dans le milieu Schubert.

Incubation :

-Pour les coliformes totaux :

L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 heures.

-Pour les coliformes fécaux (Escherichia coli) :

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

• **Lecture et interprétation :**

Après 24 heures d'incubation à 37 °C, les coliformes totaux et fécaux apparaissent sous forme de petites colonies jaunes ou orangés et dénombrer le nombre des colonies. Après 24 heures d'incubation à 44 °C, apparition de l'anneau rouge indiquent l'Escherichia coli.



Figure 3.12 : la rampe de filtration

3-3-3-Recherche des streptocoques fécaux :

La recherche et le dénombrement des coliformes totaux et thermotolérants comprennent la méthode par ensemencement en milieu liquide pour les eaux chargées en matière en suspension.

- **Mode opératoire :**

- Stériliser l'entonnoir à l'aide d'un bec bunsen
- Refroidissement soit avec l'eau à analyser ou bien de l'eau distillée stérile
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de 0,45 μm entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dernier avec la pince correspondante.
- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 50 ml d'eau à analyser.
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.
- Retirer l'entonnoir et transférer la membrane à l'aide de la même pince stérile et placer dans une boîte de pétri contenant de la gélose Slanetz et Bartley.

- ❖ **Incubation :**

L'incubation se fait à 37 °C pendant 48 heures.

- **Lecture et interprétation :**

Après 48 heures d'incubation, les streptocoques fécaux apparaissent sous forme de petites colonies rouges, marron ou roses, lisses, légèrement bombés qui peuvent être dénombrés.



Figure 3.13 : Image de membrane et boîte de pétri

3-3-4-Recherche des anaérobies sulfito-réducteur (ASR) :

- **Mode opératoire :**

- Prendre environ 25 ml à partir de l'eau à analyser, dans un tube stérile (Figure IV.11), qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80 °C pendant 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes
- Après chauffage, refroidir immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet
- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube
- Ajouter environ 20 ml de gélose viande foie, fondue, puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$.
- L'incorporation se fait dans un tube et non dans une boîte afin de limiter la surface de contact entre le milieu et l'air.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant la formation des bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.
- Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ.

- ❖ **Incubation :**

L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture et interprétation :**

Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, ayant poussée en masse et apporter le nombre total des colonies dans les quatre tubes à 20 ml d'eau à analyser

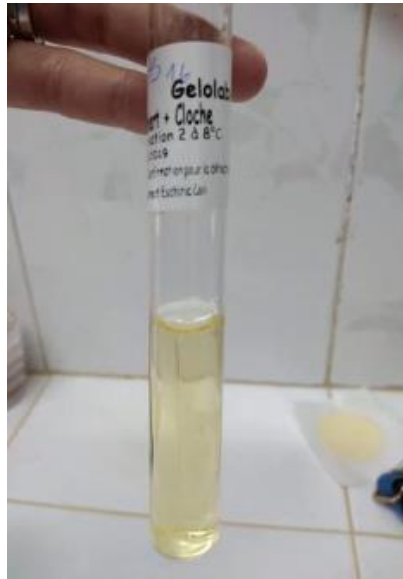


Figure 3.14: Image représentant le tube stérile

Chapitre IV :

Résultats et

discussion

4-1-Résultats et interprétations des analyses physicochimiques :

Notre stage dans la station d'épuration (STEP) de Hammam Debagh s'est déroulé sur une période de un mois et s'est étalé entre le mois d'Avril et le mois de Mai. C'est pour cela que nous présentons les résultats des analyses physicochimiques des deux mois d'Avril et Mai, montrés ci-après dans les tableaux 4-1 et 4-2, avec les valeurs des normes Algériennes, utilisées par le laboratoire de la STEP.

Tableau 4-1 : Les résultats physicochimiques de l'eau brute et traitée au cours du mois d'avril

Les paramètres	Entrée station SPI (eau brute)	Les normes eau brute	Sortie réservoir SP1 (eau traitée)	Les normes eau traitée
T (°C)	12,6	25	12,7	25
pH	8,25	≥ 6,5 et ≤ 9	8,26	≥ 6,5 et ≤ 9
Turbidité (NTU)	5,85	5	2,33	5
Conductivité (µs/cm)	549	2800	556	2800
TAC (°f)	15,4	12	15,2	12
HCO ³⁻ (mg/l)	187,88	≥136,64 et ≤ 147,62	185,44	≥136,64 et ≤ 147,62
TH (mg/l)	26	≥ 21,8 et ≤ 25,6	26	≥ 21,8 et ≤ 25,6
Fe ²⁺ (mg/l)	0,18	0,5	0,06	0,3
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,019	0,5	00	0,5
Cl ⁻ (mg/l)	85,2	600	85,2	500
RS (mg/l)	557,5	2000	535,5	2000
NO ₃ ⁻ (mg/l)	2,257	50	1,439	50
Mg ²⁺ (mg/l)	22,36	/	22,36	/
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	37	400	85,2	400
MO (mg/l)	6,6	6	04	6
MES (mg/l)	02	30	00	30
NH ₄ ⁺ (mg/l)	00	4	00	0,5
Al ³⁺ (mg/l)	06	0,2	00	0,2

Tableau 4-2 : les résultats physicochimiques de l'eau brute et traitée au cours du mois de Mai

Les paramètres	Entrée station SP1 (eau brute)	Norme (eau brute)	Sortie réservoir SP1 (eau traitée)	Norme (eau traitée)
T (°C)	12,6	25	12,7	25
pH	8,25	≥ 6,5 et ≤ 9	8,26	≥ 6,5 et ≤ 9
Turbidité (NTU)	5,85	5	2,33	5
Conductivité (µs/cm)	549	2800	556	2800
TAC(f)	15,4	12	15,2	12
HCO ³⁻ (mg/l)	187,88	/	185,44	/
TH (mg/l)	26	500	26	500
Fe ²⁺	0,18	1	0,06	0,3
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,019	0,5	00	0,5
Cl(mg/l)	85,2	600	85,2	500
RS (mg/l)	557,5	2000	535,5	2000
NO ₃ ⁻ (mg/l)	2,257	50	1,439	50
Mg ²⁺ (mg/l)	22,36	/	22,36	/
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	37	400	85,2	400
MO (mg/l)	6,6	5	04	5
MES (mg/l)	02	25	00	30
NH ₄ ⁺ (mg/l)	00	4	00	0,5
AL ³⁺ (mg/l)	06	0,2	00	0,2

Les résultats obtenus et ainsi tabulés se prêtent bien à une comparaison facile mais que nous avons jugé bon de mieux souligner par des graphes sous forme d'histogramme pour une meilleure appréciation. Les résultats sont discutés selon leur ordre d'apparition dans le tableau et en fonction de la disponibilité des normes.

Température :

La température est un facteur écologique très important. Elle a une grande influence sur les propriétés physico chimiques des écosystèmes aquatique. Les résultats pour ce paramètre, obtenus durant les mois d'Avril et Mai sont entre 12,6 et 12,7 °C pour l'eau brute et l'eau traitée, ces valeurs sont dans la norme Algériennes fixée 25 °C, maximum (Figure 4-1). Sachant que l'objectif à poursuivre, pour des raisons de qualité organoleptique, consiste à maintenir l'eau potable à une température égale ou inférieure à 15°C.

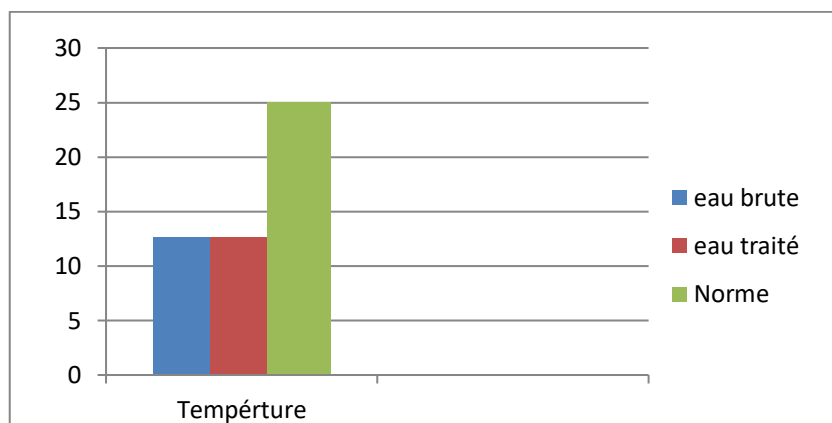


Figure 4-1 : Température

Turbidité :

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension notamment colloïdales, argiles, grains de silice, matières organiques, etc. Ce paramètre est important à suivre lors de la production d'eau destinée à l'alimentation humaine car il rend compte de la bonne efficacité des étapes de clarification et de filtration. La turbidité permet également de suivre la dégradation de la qualité de l'eau.

Les valeurs de la turbidité sont de 5,85 (NTU) et 2,33 (NTU) pour l'eau brute et l'eau traitée, respectivement. L'eau brute montre une valeur turbide ceci correspond aux journées pluvieuses par rapport à la norme Algérienne fixée à 5 (NTU). Mais une fois l'eau traitée, la valeur de la turbidité diminue et rentre dans la norme Algérienne (Figure 4-2).

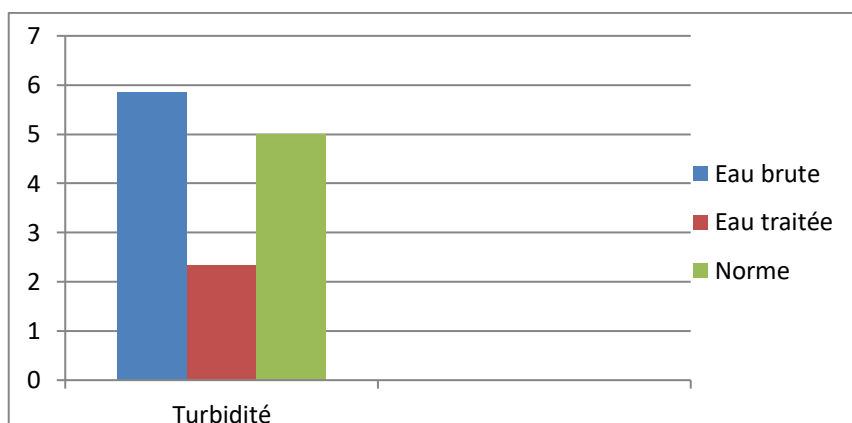


Figure 4-2 : Turbidité

Conductivité :

Nous pouvons voir que les valeurs de la conductivité électrique pour le cas de l'eau brute et traitée sont de 549 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 556 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivement. Ces valeurs sont inférieures à la norme algérienne fixée à 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, et sont donc dans la norme (Figure 4-3). Ceci permet d'évaluer approximativement la minéralisation globale de l'eau. Puisque la conductivité dépend de substances inorganiques solides dissoutes dans les solutions d'eau telles que les

sulfates, les chlorures, et les bicarbonates. Toutes ces matières, à une certaine concentration, ont la capacité d'engendrer un courant électrique. Si le niveau de quantité de matières dissoutes augmente la conductivité augmentera également. Ceci indique la faible présence de ces matières dans l'eau à l'étude.

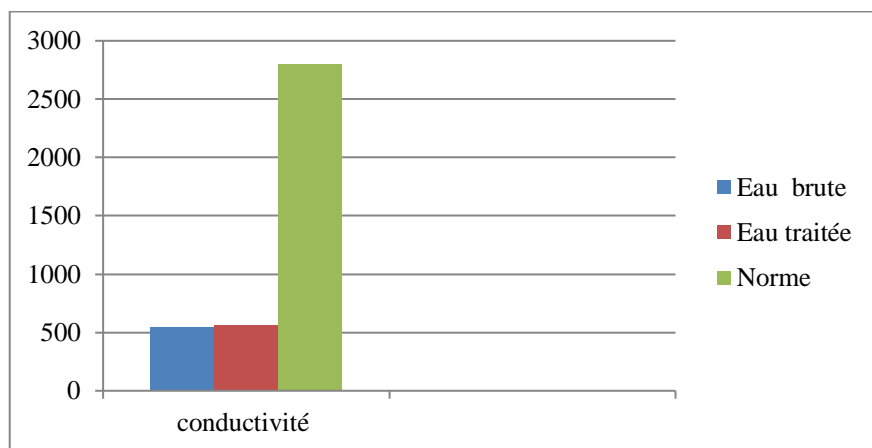


Figure 4-3 : Conductivité

Titre Hydrotimétrique :

Les valeurs du TH (titre hydrotimétrique) ou la dureté sont les mêmes pour l'eau brute et l'eau traitée, de valeur 26 °f. Sa valeur est donc largement inférieure à la norme Algérienne fixée à 500 °f. Si on sait que le TH de l'eau, est le taux qui mesure sa minéralisation ou sa concentration en sels minéraux, à savoir en potassium, magnésium et calcium. En bref, le TH de l'eau indique précisément son niveau de calcaire. Aussi, les teneurs de cet élément présentent des variations spatio-temporelle dans les eaux brutes. Généralement les eaux superficielles sont caractérisées par des concentrations moyennes en calcium et en magnésium.

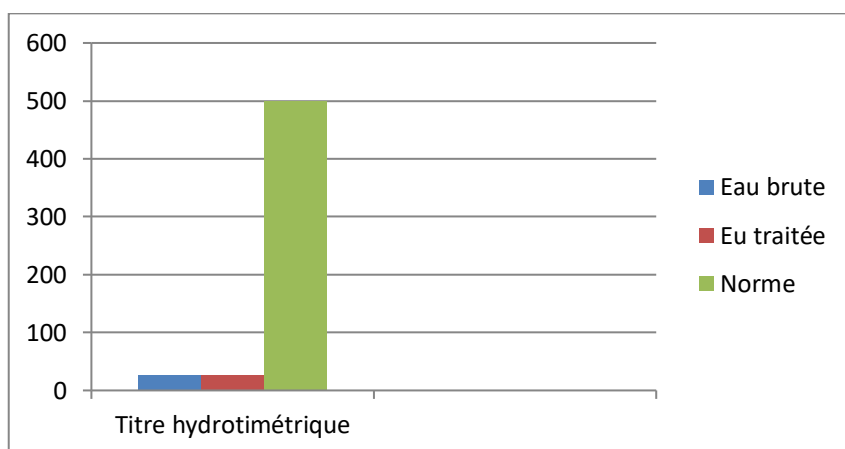


Figure 4-4 : Titre Hydrotimétrique TH

Titre alcalimétrique complet :

Les valeurs du titre alcalimétrique complet (TAC) obtenues au laboratoire sont de 15,4 °f et 15,2 °f pour l'eau brute et l'eau traitée, respectivement. Ces valeurs dépassent la norme Algérienne fixée de 12 °f. Le TAC étant la grandeur utilisée pour mesurer le taux d'hydroxydes, de carbonates et de bicarbonates d'une eau, la variation du résidu sec dépend généralement de la concentration des sels minéraux que contient cette eau. Vu la valeur élevée de l'alcalinité de l'eau, qui est fortement liée à sa dureté et accentue donc son caractère corrosif et sa capacité d'entartrage des canalisations.

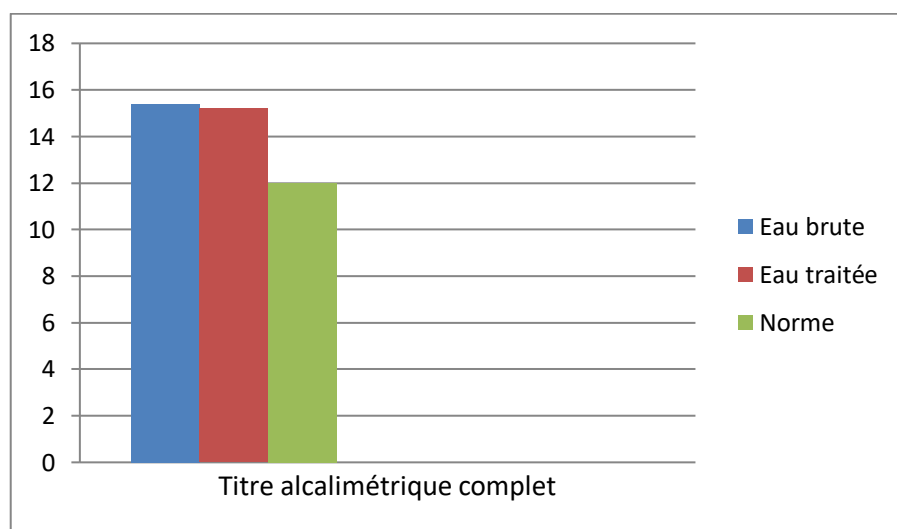


Figure 4-5 : Titre alcalimétrique complet TAC

Fer :

Les valeurs du fer obtenues sont entre 0,18 mg/l et 0,06 mg/l pour l'eau brute et l'eau traitée, respectivement. Ces valeurs reflètent que la présence des ions fer (Fe^{2+}) est acceptable pour l'eau brute et l'eau traitée, parce qu'elles ne dépassent pas la norme Algérienne fixée à 1 mg/l et 0,3 mg/l.

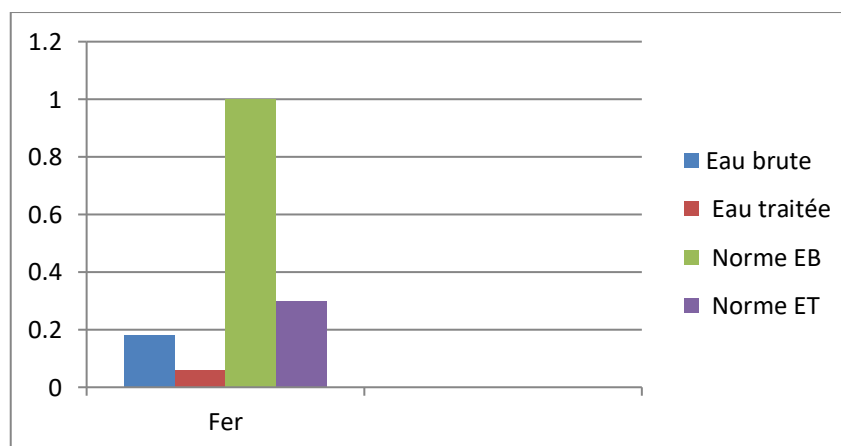


Figure 4-6 : Fer

Phosphates :

Les valeurs de phosphate sont de 0,019 mg/l et 0 mg/l pour l'eau brute et l'eau traitée, respectivement. La concentration, donc les résultats sont inférieures à la norme Algérienne fixée à 0,5 mg/l. On sait qu'une concentration importante de phosphates peut entraîner la prolifération des algues puisqu'il s'agit d'un élément nutritif pour les végétaux. L'augmentation ou la diminution des teneurs de cet élément sont en relation avec les apports externes accentués par la pluie et la consommation algale. Toutefois le résultat escompté est obtenu par l'élimination des phosphates de l'eau traitée.

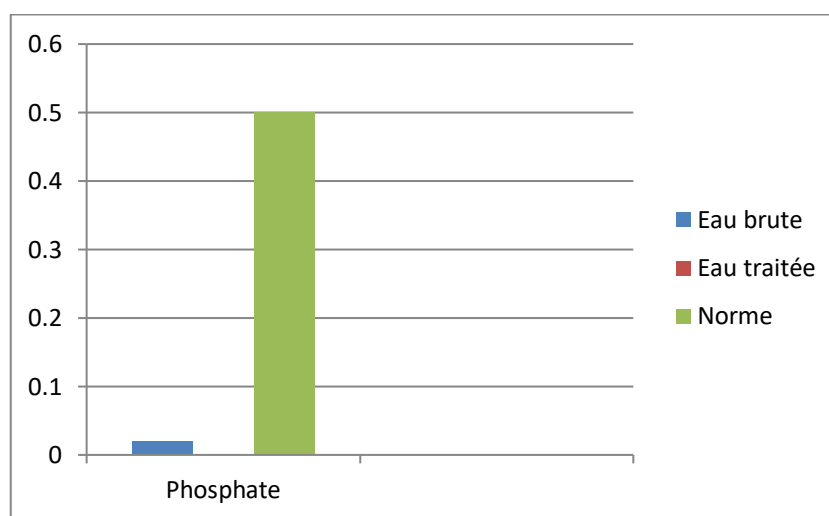


Figure 4-7 : Phosphates

Chlorure :

Les résultats obtenus pour le chlorure dans l'eau brute et traitée sont les mêmes et de valeur 58,2 mg/l. Cette valeur est très inférieure à la norme Algérienne fixée à 600 mg/l pour l'eau brute et à 500 mg/l pour l'eau traitée.

Il faut souligner que l'objectif esthétique pour la concentration de chlorure dans l'eau potable est fixé à 250 mg/l. À des concentrations supérieures, le chlorure donne un mauvais goût à l'eau et aux boissons préparées à partir de l'eau et risque par ailleurs de provoquer la corrosion du réseau de distribution. Toutefois le chlorure est généralement présent en faible concentration dans les eaux de surface naturelles.

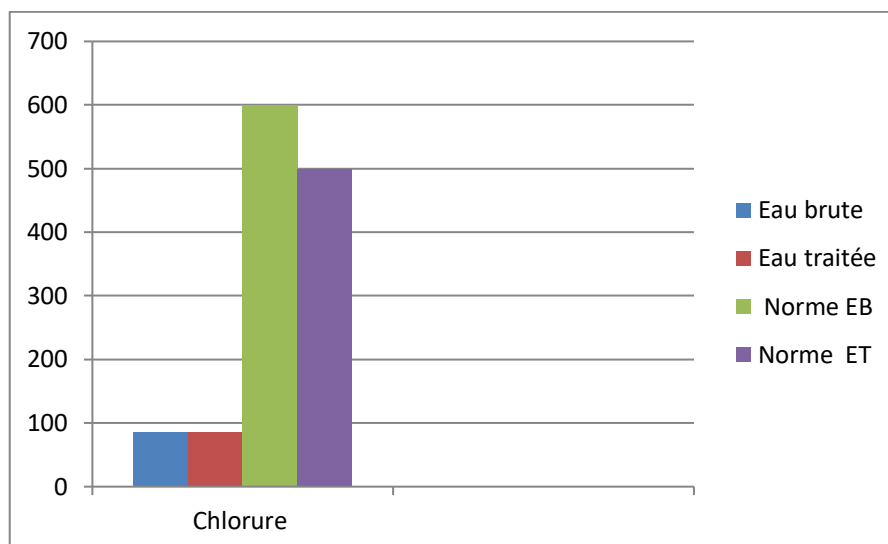


Figure 4-8 : Chlorure

Résidu sec :

Les valeurs du résidu sec sont comprises de 557,5 mg/l pour l'eau brute et 535,5 mg/l pour l'eau traitée. Donc, ces résultats des résidus secs sont acceptables et ne dépassent pas la norme Algérienne fixée à 2000 mg/l.

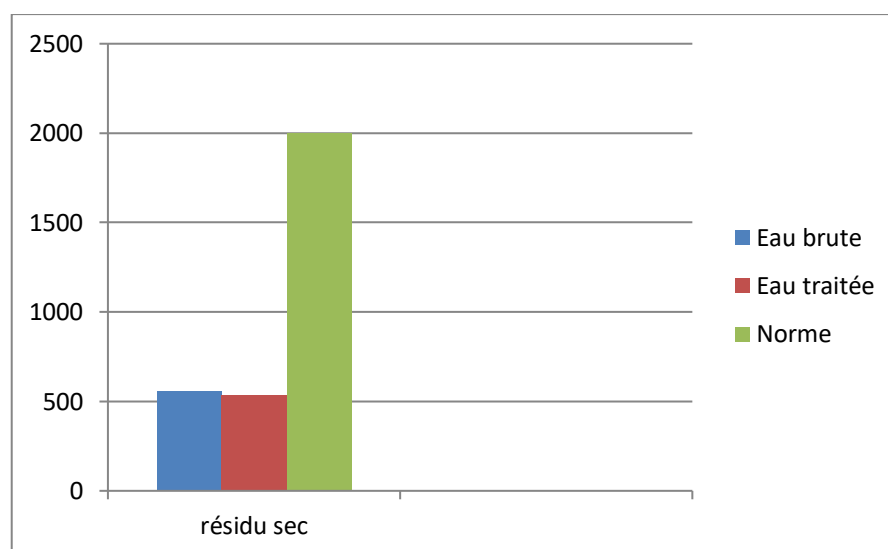


Figure 4-9 : Résidu sec

Nitrates :

Les nitrates représentent la forme azoté souvent la plus présente dans les eaux naturelles. Les résultats de Nitrates sont variés de 2,257 mg/l pour l'eau brute et 1,439 mg/l pour l'eau traitée. Donc les résultats ne dépassent pas la norme Algérienne fixée et qui est 50 mg/l.

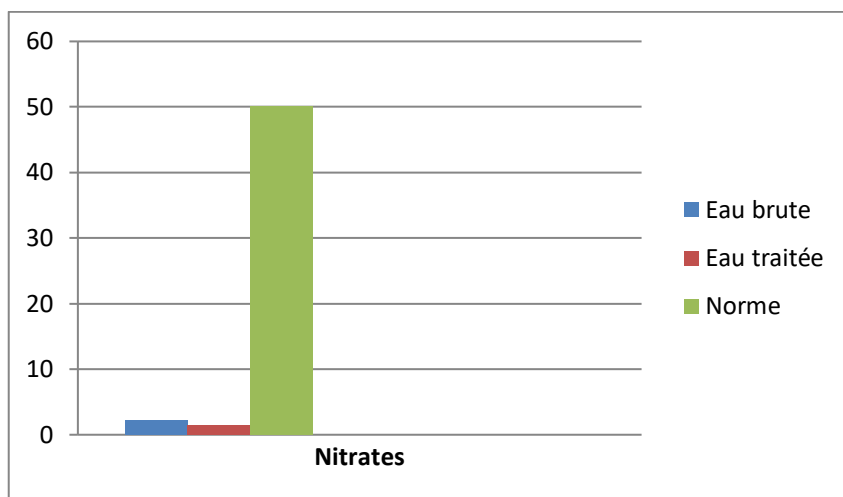


Figure 4-10 : Nitrates

Sulfates :

Les valeurs de l'analyse des Sulfates sont de 37 mg/l et 85,2 mg/l pour l'eau brute et l'eau traitée, respectivement. Donc les résultats sont dans la norme Algérienne fixée à 400 mg/l.

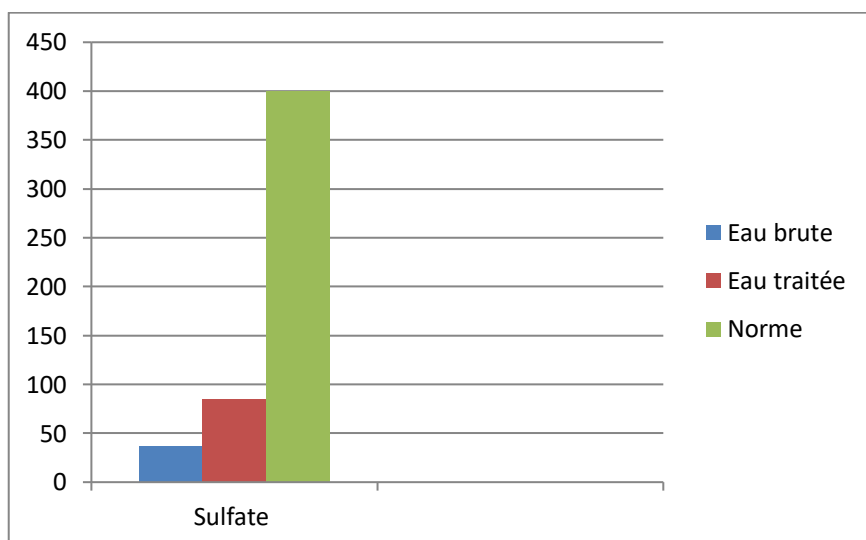


Figure 4-11 : Sulphates

Matières organiques :

Les matières organiques sont présentes de manière naturelle dans les cours d'eau et proviennent de la mort des organismes vivants animaux et végétaux des cours d'eau et de ses abords. Elles peuvent être source de pollution pour l'eau au-delà d'un certain seuil. En effet, la dégradation des animaux et végétaux (la faune et la flore) contribue à la concentration de la matière organique, les oscillations de la matière organique sont dues à l'irrégularité des précipitations et par la suite la non uniformité spatio-temporelle des lessivages.

Les valeurs de la matière organique sont de 6,6 mg/l pour l'eau brute et 4 mg/l et pour l'eau traitée. Donc la teneur de MO de l'eau brute dépasse la norme Algérienne fixée à 5mg/l d'où la nécessité de traitement. Et fort heureusement, la teneur diminue et devient inférieure à la

norme après le traitement.

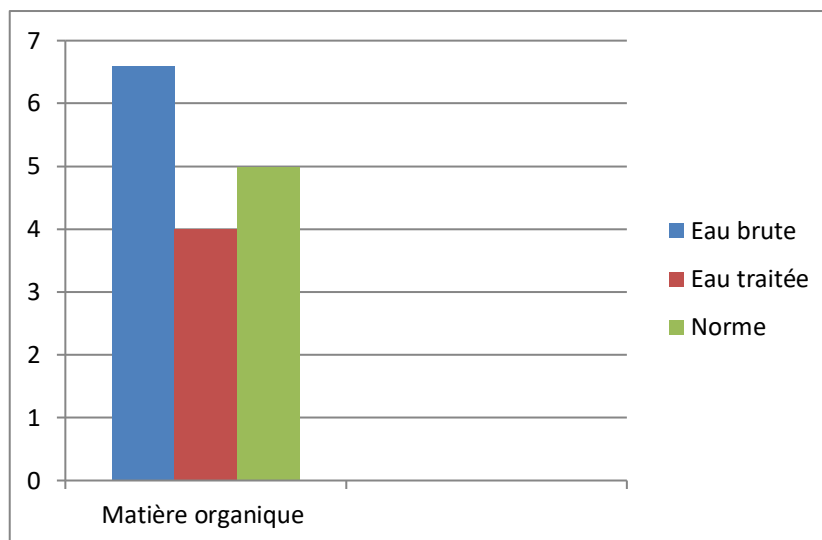


Figure 4-12 : Matières organiques

Matières en suspension :

Les valeurs de la teneur en matières en suspension sont de 2 mg/l pour l'eau brute et 0 mg/l pour l'eau traitée. La valeur de l'eau brute est largement inférieure à la norme Algérienne fixée à 25 mg/l et pour l'eau traitée l'est aussi largement.

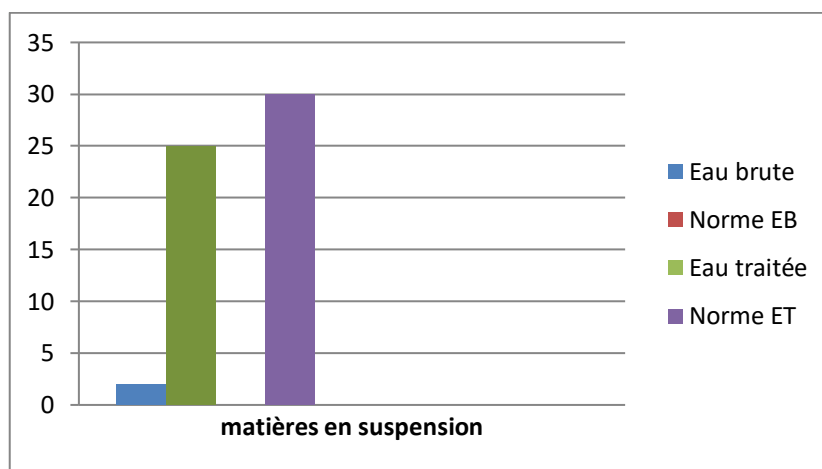


Figure 4-12 : Matières en suspension

Alluminium :

Les teneurs de cet élément présentent des variations spatio-temporelles dans les eaux brutes. Les valeurs d'Aluminium sont de 6 mg/l et 0 mg/l pour l'eau brute et l'eau traitée, respectivement. Les résultats dépassent la norme Algérienne fixée et qui est de 0,2 mg/l. Cette absence confirme que l'eau, après traitement est de bonne qualité physico-chimique et bactériologique.

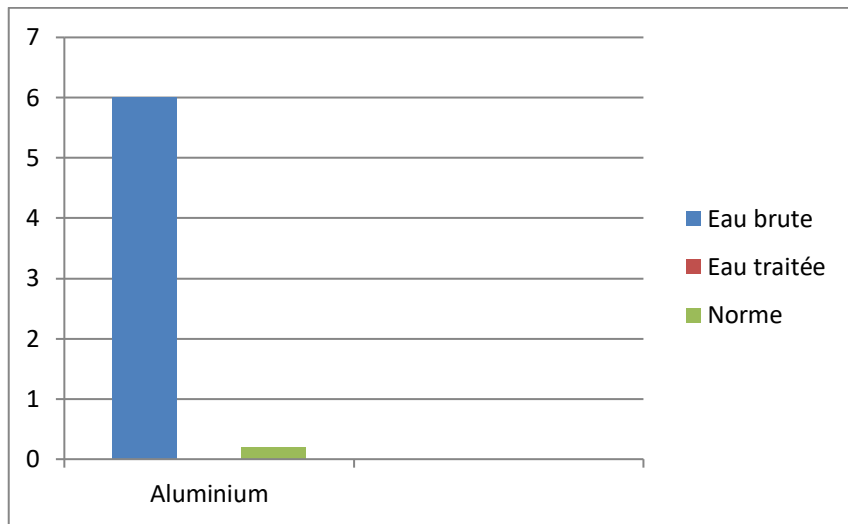


Figure 4-13 : Aluminium

Conclusion

Conclusion

L'eau est indispensable à la vie, sans elle il n'y aurait aucune vie possible sur terre. Le constat est simple, tous les êtres vivants ont besoin d'eau pour exister.

Pour obtenir le titre « d'eau potable » et ainsi pouvoir être consommée sans risque pour la santé, l'eau brute puisée dans les rivières, fleuves, lacs et nappes phréatiques ou récoltée grâce à l'eau de pluie doit subir de nombreux traitements. Ces opérations peuvent se faire à l'échelle d'une agglomération, dans des usines privées ou publiques.

Dans notre étude, nous avons étudié la qualité de l'eau de barrage de Hammam Debagh. Les analyses ont été réalisées au laboratoire de station de traitement des eaux potables de Hammam Debagh. Ces analyses sont faites sur les eaux brutes (non traitées) du barrage et ainsi que sur les eaux traitées. Nous avons analysé un nombre conséquent de paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau.

Cette étude nous a permis d'aboutir aux résultats suivantes :

- ✚ Les paramètres organoleptiques indiquent que les eaux traitées sont claires.
- ✚ Les paramètres physico-chimiques liés à la composition naturelle de l'eau, comme la température, le pH, le calcium, les chlorures, et les sulfates, ne dépassent pas la norme Algérienne.
- ✚ Pour les paramètres indésirables comme les nitrites, les nitrates, l'ammonium, le phosphate, les valeurs obtenues sont dans les normes de l'eau potable. Donc l'eau traitée n'est pas polluée.
- ✚ Pour les analyses bactériologiques, nous avons trouvé que l'eau traitée de Hammam Debagh n'est pas contaminée par les bactéries analysées (GT, CF, CT, ASR).

Nous pouvons conclure que ces méthodes d'analyse permettant le suivi et le contrôle continu de la qualité des eaux destinées à la consommation et que les observations après analyse répondent aux normes de l'eau potable.

Bibliographie

Les références

- [1] M.BOUCHEMAL, A.Charafeddine HAMMOUDI. « Analyse de la qualité des eaux de la station de traitement de Hammam Debeigh ».Mémoire de master hydraulique. Université Larbi Ben M'hidi–Oum El Bouaghi, 2016 »
- [2] A.AOUALMIA, kh.GASMALLAH « Modélisation du système de coagulation-floculation : cas de la station de traitement de l'eau potable Ain Dalia-Souk Ahras, Juin 2015 »
- [3] A.Bedoud, I.Benouikes, A.Boukharouba. « La qualité physicochimique et bactériologique de l'eau de surface de Guelma ».Mémoire de master.Université de Guelma, 2008.
- [4] F.Imken, « Les étapes de traitement des eaux et contrôle de qualité».Mémoire de licence. UNIVERSITÉ SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH, 2015
- [5] Y.Bara, « Etude comparative de la qualité physicochimique et bactériologique de l'eau du barrage de Hammam Debagh avant et après traitement Cas de la station de traitement de Hammam Debagh –Guelma ».Mémoire de master. Université 8 Mai 1945 Guelma, 2016.
- [6] W.Bouridi, S.Fardjallah, N.Saaidia. « Traitement et critères de potabilité de l'eau (les normes) ».Mémoire de master. Université 8 Mai 1945 Guelma, 2017).
- [7] N.Atamenia, W.Ziaya « Traitement et analyses des eaux du barrage de Hammam Debagh ».Mémoire de master.Université 08 Mai 1945 Guelma, 2020.
- [8] C. Djerbi, H.Talhi «.Suivi et contrôle de la qualité d'eau traitée de la station de traitement ». Mémoire de master. Université de Badji Mokhter-Annaba, 2020.

Références sites web

- 1- <file:///C:/Users/Seven/Downloads/Coliformf.pdf>
- 2- [file:///C:/Users/Seven/Downloads/procedes-reconnus-destines-traitement-d-1-eau-potable\(1\).pdf](file:///C:/Users/Seven/Downloads/procedes-reconnus-destines-traitement-d-1-eau-potable(1).pdf)