

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

M/624.765
540.907

Mémoire du Projet de fin d'étude

2^{ème} Année Master

Université 08 Mai 1945 Guelma

Faculté: Science et Technologie



Département : Génie des Procédés

Spécialité : Génie chimique

Présenté par :

KECHITI Cherif

ANALYSES ET TRAITEMENTS PHYSICO CHIMIQUES DE L'EAU POTABLE DE LA STATION DE HAMMAM DEBEGHE

Sous la Direction de :

BOURSSACE Zina

Juin 2012

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

Mémoire du Projet de fin d'étude

2^{ème} Année Master

Université 08 Mai 1945 Guelma

Faculté: Science et Technologie



Département : Génie des Procédés

Spécialité : Génie chimique

Présenté par :

KECHITI Cherif

**ANALYSES ET TRAITEMENTS PHYSICO
CHIMIQUES DE L'EAU POTABLE DE LA
STATION DE HAMMAM DEBEGHE**

Sous la Direction de :

BOURSSACE Zina

Juin 2012

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



قال الله تعالى:

"وجعلنا من الماء

كل شيء حي

صدق الله العظيم



Dédicace

Je dédis ce modeste travail à deux personnes qui sont les proches au monde qui nous ont comblées de leurs affections

A ma mère qui a toujours soutenue depuis mon premier pas jusqu'à ce jour et qui a toujours su trouvé les mots qu'il fallait pour m'encourager

A mon père qui a tout fait pour que je ne manque de rien

A mes frères et sœurs qui n'ont pas cessés de m'aimer

A tous mes enseignants qui ont contribués à mon étude du bas âge jusqu'aujourd'hui.

A toute la famille KECHITI

A mes amis Kamel Bilal Boucheffa et Messaidi Abderrahmane Ammar et Saleh Messaidi Morade Chikhe et Hicham Smaili.

A mes collègues Haroun Hamide Sayef et Mouhssen.

A toutes les personnes qui m'ont aidée de près et de loin à réaliser ce travail.

CHERIF





Remerciements

Avant tout, je veux remercier notre dieu Allah le tout puissant De nous avoir donné la foi, la force et le courage. Nos remerciements vont aussi à nos parents qui ont marqué notre succès avec leur présence et leur patience.

*A travers ce modeste travail je veux remercier vivement notre encadreur Mr. **BOURSSACE Zena** pour son aide, ses conseils, son encouragement et ses critiques constructives qui nous ont beaucoup aidé à parfaire ce travail et mieux éclairer nos perspectives. Nous lui sommes reconnaissants particulièrement pour la confiance qu'il m'a donnée et la disponibilité qu'il nous a accordée.*

A mon père et ma mère, mes frères et mes sœurs.

A tous les enseignants de la filière Génie chimique.

A tous le personnel du département de Génie des procédés.

Enfin, à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à accomplir ce travail.

KECHITI Cherif



SOMMAIRE

INTRODUCTION

CHAPITRE I

CONNAISSANCE SUR L'EAU

I-1-Rappel historique	01
I-2-Définition de l'eau	01
I-3-Les différents types de l'eau	01
I-3-1- L'eau brute	01
I-3-2-L'eau potable	02
I-3-3-L'eau dure et l'eau douce	02
I-4-Structure de l'eau	02
I-4-1-la liaison hydrogène	03
I-5-Les propriétés de l'eau.....	03
I-5-1-Propriétés chimiques	03
I-5-2- Propriétés physiques de l'eau	04
I-5-3- Propriétés thermodynamiques de l'eau	04
I-6-L'état physique de l'eau.....	06
I-6-1-L'état gazeux	06
I-6-2-L'état liquide	07
I-6-3-L'état solide	07
I-7- Le cycle d'eau.....	08
I-7-1-Comment est formé le cycle de l'eau	09
I-8-Les Paramètres d'eau	10
I-8-1-Paramètres des substances toxiques	10
I-8- 2-Paramètres des substances indésirables	10

I-9-Les impuretés de l'eau	11
I-9-1-Impureté en suspension	11
I-9-2-Les impuretés minérales dissoutes.....	11
I-9-3-Les impuretés organiques dissoutes.....	12
I-9-4-Micro-organismes.....	13
I-10-Les sels minéraux.....	13
I-10-1-L'importance des sels minéraux dans le corps humain.....	14
I-11-La pollution de l'eau.....	15
I-11-1-Les différentes sources de pollution	15
I-12-L'utilisation de l'eau	17
I-12-1-Dans l'industrie	17
I-12-2- Dans l'agriculture	17
I-13- Les réseaux d'adduction d'eau potable	17

CHAPITRE II

TRAITEMENT DE L'EAU

II-Traitement des eaux	18
II-1-Historique à la station	18
II-2-Prétraitement (traitement primaire)	18
II-3-Traitement de l'eau destinée à la consommation.....	18
II-3-1-Etape préliminaire (Jar test)	19
II-3-2-Oxydation.....	20
II-3-3-Coagulation et floculation	21
II-3-4-Décantation	23
II-3-5-Filtration	24
II-3-6-Désinfection	24

CHPITRE III

METHODES D'ANALYSES

III-1-Analyses physico-chimique	26
III-1-1-Détermination des sulfates (SO_4^{2-}).....	26
III-1-2-Dosage des nitrites (Méthode de spectrométrie)	30
III-1-3-Dosage de Nitrates NO_3^-	30
III-1-4-Détermination du fer (Fe).....	32
III-1-5-Dosage de l'ammonium HCO^-	33
III-2-Analyses chimiques	35
III-2-1-Le chlorure Cl^-	35
III-2-2-Dosage de Calcium Ca^{+2}	36
III-2-2-Dosage de magnésium (Mg^{+2}).....	36
III-2-4--Titre hydrotimétrique par (EDTA) TH.....	37
III-2-5-matière organique(MO).....	38
III-2-6-Les résidus secs (RS).....	39
III-2-7-Titre Alcalimétrique simple et composer (TA, TA).....	40
III-8-Les matières en suspensions (MES)	41
III-9-Conductivité et total des sels dissous (TD).....	41
III-10-Mesure du pH et température	42
III-11-La turbidité	43

CHAPITRE IV

RESULTATS ET DISCUSSION

IV-1-Les résultats.....	46
IV-1-1-Les résultats des analyses physico-chimiques.....	46
IV-1-2-Les résultats des analyses chimiques.....	47

VI-1-3-Comparaison des analyses de l'eau de barrage (brut et traité).....	48
IV -2-Les courbe	49
IV-2-1-Les trois prélèvements des paramètres chimiques.....	49
IV-2-2-Les trois prélèvements des paramètres physico- chimiques.....	50
IV-2-3-Les variations des concentrations en fonction des paramètres chimique.....	51
IV-2-4-La variation des concentrations en fonction des paramètres physico-chimiques.	53
IV-3-La discussion.....	55
IV-3-1-La température.....	55
IV-3-La discussion.....	55
IV-3-1-La température.....	55
IV-3-2-La turbidité	55
IV-3-3-La conductivité électrique.....	55
IV-3-4-le Ph.	55
IV-3-5- Le chlorure.....	55
IV-3-6- Les matières organiques (MO).....	56
IV-3-7-Matières en suspension (MES)	56
IV-3-8- Résidus sec (RS).....	56
IV-3- 9- Titre alcalimétrique complet (TAC).....	56

CONCLUSION GÉNÉRALE

Liste des figures :

Schéma 01: La molécule d'eau

Schéma 02 :L'état gazeux de l'eau

Schéma 03 :L'état liquide de l'eau

Schéma 04 :L'état solide de l'eau

Schéma 05: L'état physique de l'eau

Schéma 06: Le cycle d'eau

Schéma07 : Représentation schématique de la chaîne de traitement de l'eau de consommation

Schéma 08 : Les courbes des 3 prélèvements des paramètres chimiques de l'eau de barrage de Hammam Debegh

Schéma 09 : Les 3 prélèvements des paramètres physico-chimiques de l'eau de barrage de Hammam Debegh

Schéma 10 : Les variations des concentrations en fonction des paramètres chimiques

Schéma 11 : Les variations des concentrations en fonction des paramètres physico-chimiques

LISTE DES TABLEAUX

Tableau01 : la nature de l'eau selon la dureté totale

Tableau 02 : Substances toxiques dans l'eau.

Tableau 03: Concentration limite des substances indésirables dans l'eau :

Tableau 04: Courbe d'étalonnage de sulfate

Tableau 06 : courbe d'étalonnage de nitrates :

Tableau 05 : courbe d'étalonnage de nitrites

Tableau 07 : courbe d'étalonnage fer (Fe)

Tableau 08 : Courbe d'étalonnage l'ammonium HCO_3^-

Tableau08 : les résultats des analyses physico-chimiques

Tableau09 : résultats des analyses chimiques

Tableau10 : comparaison des analyses.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'eau recouvre les trois quarts de la surface de notre planète il recouvre 72% des 509 million de Km² de la surface du globe. On estime son volume à environ 14.10⁸ Km³ avec 97.2% d'eau de la terre salée. Cette eau salée se trouve dans les océans, les mères intérieures, mais aussi dans certaines nappes souterraines.

L'eau est la matière la plus importante pour l'existence de l'homme, comme elle est indispensable pour la survie et pour le développement de la société moderne. Un véhicule de pollution mais aussi un facteur économique important.

Dans notre travail, nous nous intéressons spécialement à l'alimentation en eau potable.

A l'heure actuelle, la disponibilité en eau de bonne qualité est indispensable pour le bien être de l'homme ; Sur la terre ; l'eau potable doit répondre aux exigences qualitatives requises, c'est-à-dire que l'eau doit être :

- Claire, Indore, de saveur agréable.
Aussi dépourvue que possible de germes microbiens et de matières en suspension.
- Ne pas contenir des substances la rendant inutilisable pour la cuisine et le blanchissage.
- Ne pas avoir des propriétés agressives vis-à-vis des canalisations (métaux-ciments).

Le mémoire est composé de quatre chapitres inclus dans deux parties ; partie théorique et partie pratique et terminé par une conclusion générale.

La partie pratique contient trois chapitres ; le premier concerne le traitement de l'eau de barrage de Hammam Debagh et le deuxième les méthodes d'analyses et le troisième les résultats et la discussion sur les paramètres analysés.

PARTIE THEORIQUE

Chapitre I

Connaissances sur l'eau

I-1-Rappel historique :

L'eau a été considérée comme un corps simple jusqu'au 18ème siècle, puis plusieurs chimistes découvrirent que l'eau est un corps composé en effectuant la synthèse puis l'analyse.

Citons les précurseurs ; Priestley qui produisit en 1774 de l'eau à partir de la combustion de l'hydrogène, Watts qui émettait l'hypothèse que l'eau n'était pas un corps simple et Monge qui en réalisa la synthèse sous l'action d'une étincelle électrique à partir d'un mélange d'oxygène et d'hydrogène.

Toutefois l'expérience de synthèse décisive fut celle de Lavoisier et Laplace qui en 1783 synthétisèrent l'eau à partir d'hydrogène et l'oxygène.

La décomposition de l'eau eut lieu plus tard, après la découverte de la pile électrique par Volta en 1800. La première électrolyse fut réalisée dès 1800 à partir par Robertson qui arriva finalement à la formule chimique bien connue H_2O , cette formule fut précisée par les travaux théoriques de Dalton en 1803 et Avogadro en 1811.

I-2-Définition de l'eau :

L'eau est un liquide transparent, insipide et inodore. A l'état de pureté, elle boue à la température de 100 °C, sous la pression atmosphérique(1 atm) et se solidifie à 0°C.[05]

I-3-Les différents types de l'eau :**I-3-1- L'eau brute :**

C'est la source en eau avant tout traitement de potabilisation. Elle doit satisfaire à un certain nombre d'exigences pour être utilisé pour fabrication de l'eau destinée à la consommation humaine. N'importe quelle eau ne peut donc pas être utilisée en vue de produire de l'eau potable.

La qualité de l'eau brute conditionne fortement le choix de la filière de traitement de l'eau.

I-3-2-L'eau potable :

On considère une eau potable quand elle présente pas de risque pour la santé humaine. Lorsqu'on parle de réseau d'adduction d'eau potable, une eau dite « potable » quand elle respecte les normes de qualité définies dans le décret N° 89-3.

Par contre, les eaux minérales distribuées en bouteille ne sont pas potables au sens du décret 89-3 mais ne présentent pas des risques pour la santé humaine.

I-3-3-L'eau dure et l'eau douce :

La dureté de l'eau se mesure en fonction de sa teneur en calcaire et en magnésium. La dureté ne fait pas l'objet d'une norme, cependant elle se mesure, en « degré français F° » :

- 1 degré = 4mg de calcium
- 1 degré = 2.5 de magnésium

On distingue ainsi plusieurs catégories :

- ✓ Les eaux douces : moins de 15 degrés français ;
- ✓ Les eaux dures : de 15 à 35 degrés français ;
- ✓ Les eaux très dures : plus de 35 degrés français.

Norme (f°)	Nature d'eau
Jusqu'à 5	Eau très douce
5° à 10°	Eau douce
10° à 15°	Eau légèrement
15° à 25°	Eau calcaire
25° à 50°	Eau très calcaire

Tableau01 : la nature de l'eau selon la dureté totale[05]

I-4-Structure de l'eau :

La molécule d'eau a une structure caudée ou un atome d'oxygène, possédant six électrons périphériques. L'atome d'oxygène possède ainsi huit électrons sur sa couche externe (il a acquis la structure du gaz rare le plus proche) dont quatre seulement sont impliqués dans des liaisons covalentes O-H, les quatre électrons restants sont groupés en deux parties appelées doublets électroniques libres. La géométrie moléculaire est en fait tétraédrique libre vers les sommets d'un tétraèdre dont le centre est occupé par l'atome d'oxygène.

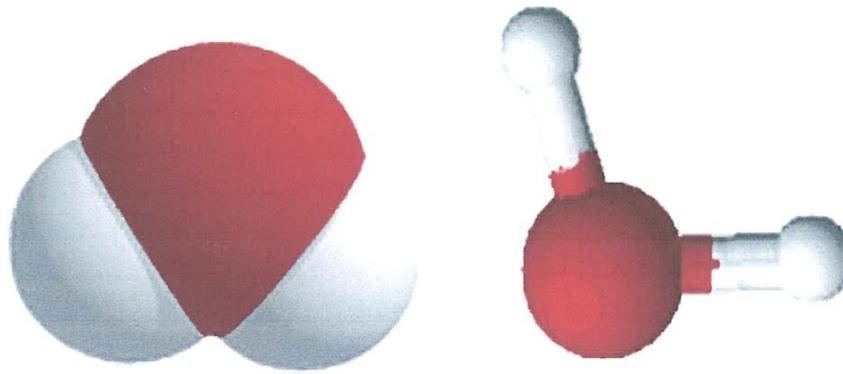


Schéma 01: la molécule d'eau

I-4-1-la liaison hydrogène :

Les propriétés qui sont décrites dans la suite sont les conséquences de l'existence de forces intermoléculaires qui sont des liaisons hydrogène formées par les molécules d'eau avec leur voisines. Les deux doublets libres de l'oxygène de la molécule H_2O sont de charge négative (ce sont des électrons non appariés) ils peuvent former avec un atome d'hydrogène. Les molécules s'associent entre elles en nombre indéterminé.

La liaison hydrogène liant les atomes O et H ($\Delta H = 20 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) bien que moins forte que la liaison covalente ($\Delta H = 62 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) de molécule d'eau, est suffisamment forte pour conférer à la molécule, nombre de propriétés particulières. [02]

I-5-Les propriétés de l'eau

La liaison chimique est l'origine des propriétés chimiques et physiques particulière de l'eau.

I-5-1-Propriétés chimiques :

L'eau est une substance qui a une forte propension à dissoudre d'autres éléments, de ce fait, elle peut attaquer les parois d'un récipient qui la contient, sculpté des paysages. Elle peut aussi dissoudre des gaz présents dans l'air comme le gaz carbonique ou l'oxygène (oxygène dissous). Par exemple, l'eau contenue dans le corps humaine sert de support à la multitude de réactions et d'échange qui sont nécessaires à la vie.

L'eau joue un rôle très important dans toutes les réactions chimiques qui impliquent des matières chargées électriquement. Outre ses qualités chimiques propres, l'eau est un excellent véhicule, notamment pour les agents agressifs comme les acides ou les gaz carboniques.

Dans l'eau, les molécules H_2O ont une telle attirance électrique les unes pour les autres qu'il arrive qu'un atome d'hydrogène de l'une soit capté par l'atome d'oxygène de l'autre. Cet échange transforme les deux molécules H_2O de départ en H_3O^+ et OH^- ; le nombre d'atomes et de charges électriques « + » et « - » n'est plus le même de chaque côté : un côté on trouve OH^- de l'autre H_3O^+ se molécules modifiées s'appellent des ions et leur propriétés s'annulent : Les eaux est électriquement neutre.

I-5-2- Propriétés physiques de l'eau :

Outre ses propriétés chimiques, l'eau a aussi de nombreuses propriétés physiques assez particulière. Une des propriétés physiques les plus particulières de l'eau est qu'elle ne commence pas à geler par le fond mais par la surface, ceci est dû au fait que la glace est plus légère que l'eau (densité de la glace = 0.920 g/cm^3 et de l'eau 0.977 g/cm^3). La tension superficielle est aussi très élevée, ce qui permet à l'eau de s'insérer partout, dans les crevasses, les roches... et ainsi, lorsqu'elle gèle, de faire éclater les roches. L'eau tient une part importante dans le modelage de nos paysages.

I-5- 3- Propriétés thermodynamiques de l'eau :

Les propriétés thermodynamiques de l'eau sont très utilisées dans la vie courante.

I-5-3-1- L'eau, fournisseur d'énergies :

Les propriétés thermodynamiques de l'eau ont commencées à être utilisées de façon empirique bien avant d'être démontrées de façon scientifique.

L'énergie mécanique fournie par l'eau a été utilisée pour faire tourner les roues à eau, Les moulins... puis en va se servir de l'énergie fournie par les propriétés thermiques de l'eau.

I-5-3-2-Température de l'eau :

L'eau change d'état à une température qui dépende de la pression. L'eau se solidifie à 0 °C et devient vapeur à 100°C.

Cependant, la pression peut modifier ce rapport. Ainsi en haut de l'Everest, l'eau bout à 72 °C, la température d'ébullition décroissante avec la pression.

En revanche, l'eau reste liquide à des températures inférieures à celle auxquelles elle gèle habituellement, jusqu'à - 40°C : c'est ce qu'on appelle le phénomène de surfusion. Ceci est dû au fait qu'il faut souvent un petit corps solide ou une bactérie pour commencer ce processus de solidification.

I-5-3-3-L'eau, un conducteur:

L'eau est également un conducteur, propriété souvent utilisée notamment pour le transport d'énergie par exemple, l'eau a une très bonne conductivité thermique, a peut être quatre fois supérieures à celle des autres liquides. L'eau est un mauvais conducteur électrique lorsqu'elle est minéralisée, qu'elle contient des sels dissous, elle conduit l'électricité.

I-5- 3-4-Propriétés optiques de l'eau :

La transparence de l'eau dépend de la longueur d'onde de la lumière qui la traverse. Si l'Ultraviolet(UV) passe bien, l'Infrarouge(IR), si utile au point de vue physique et biologique pénètre à peine. L'eau absorbe fortement l'orangé et le rouge dans le visible, d'où la couleur bleue de lumière transmise en couche épaisse. Cette transparence est souvent utilisée pour apprécier certaines formes de pollution et en conséquence l'efficacité des traitements d'épuration.

I-5-3-5-Propriétés radioactives de l'eau :

Dans les eaux cette radioactivité est due à des éléments dissous à partir de ces sources naturelles et à des éléments isolés tel que le phosphore.

Dans les sous terrains la radioactivité est essentiellement due à l'émanation du radium qui est présente dans toutes les roches. Avec la présence des autres radios éléments comme : l'uranium, thorium, le plomb, etc. Par exemple dans les eaux minérales la teneur d'uranium est plus forte et d'environ 79 µg/l.

Par contre dans les eaux des surfaces, les radioéléments émie dans l'atmosphère se fixent sur les aérosols et sont entraînés par les eaux de pluie, on peut dire que la radioactivité des eaux des surfaces est généralement faible. [04]

I-6-L'état physique de l'eau :**I-6-1-L'état gazeux :**

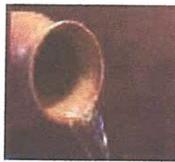
Vapeur d'eau

Schéma 02 : L'état gazeux de l'eau

Il est caractérisé par une absence de forme et de limites physiques (s'il n'est enfermé dans un récipient), de plus un gaz, les molécules sont en

mouvement chaotique permanent : elles se déplacent avec des vitesses proche de la vitesse du son, se heurtent, repartent dans une autre direction jusqu'à une collision. L'origine de ces déplacements est ce que l'on appelle l'agitation thermique qui naturellement augmente avec la température.

I-6-2-L'état liquide :



Eau minérale, mer

Schéma 03 : L'état liquide de l'eau

Il caractérisé par sa forme non définitive (qui est plus souvent celle du récipient qui le contient) il a contrairement au gaz, une surface libre horizontale, mais comme les gaz, il y a la propriété de couler.

Dans un liquide, les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autre mais elles restent proche l'une de l'autre car elles sont liées par des forces intermoléculaire de type liaison de Van Der Waalsou liaison hydrogène.

I-6-3-L'état solide :



Neige, glace, givre

Schéma 04 :L'état solide de l'eau

Nous connaissons la glace, la neige et le givre il s'agit de différents solides eau .Il est caractérisé par une forme définie, il ne coule pas .A basse température, l'eau appelée glace possède une structure cristalline régulière correspondant à des associations ou les atomes d'oxygène de la

molécule se trouvent au sommet d'un réseau quasi tétraédrique, d'atome d'hydrogène dont deux sont liés par des covalentes et deux par liaisons hydrogène.[06]

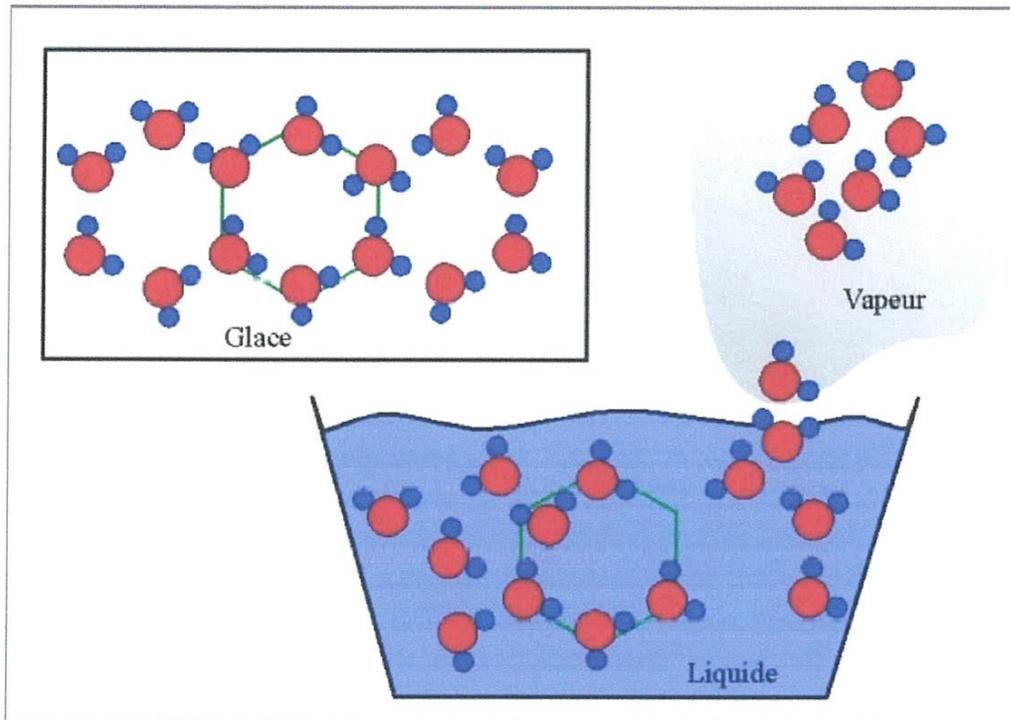


Schéma 05:l'état physique de l'eau

I-7- Le cycle d'eau :

L'eau recouvre les trois quart de notre planète. On la trouve partout, et sous de multiples formes : pluie, cours d'eau, mers, océans, lacs, nappes souterraines, vapeur, nuages, glaces... sans oublier toute l'eau contenue dans le sol et la végétation.

On surnomme la terre la planète bleue depuis qu'elle est apparue aux premiers astronautes qui ont pu l'observer à distance car elle est la seule à posséder autant d'eau.

L'eau circule en permanence dans l'atmosphère sur la terre et sous la terre, entraînée dans un cycle sans fin. Sous l'effet de la chaleur des fleuves et des lacs du soleil, l'eau des mers, S'évapore et devient de la vapeur d'eau qui forme les nuages. Les nuages sont poussés par le vent. Lorsqu'il part des régions froides la vapeur d'eau (eau évaporé) se condense.

Elle retombe sur le sol sous forme de pluie, de neige ou de grêle. L'eau ainsi retombé ruisselle sur le sol ou rentre dans le sous-sol .Elle vient grossir les fleuves, qui eux-mêmes retournent à la mer et le cycle recommence. C'est le cycle de l'eau.

I-7-1-Comment est formé le cycle de l'eau ?

I-7-1-1-L'évaporation :

Chauffée par le soleil, l'eau des océans, des rivières et des lacs s'évapore et monte dans l'atmosphère.

I-7-1-2--La 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.

I-7-1-3--Les précipitations :

Les nuages déversent leur contenu sur la terre, sous forme de pluie, neige ou grêle.

I-7-1-4--Le 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 cycle recommencer.[03]

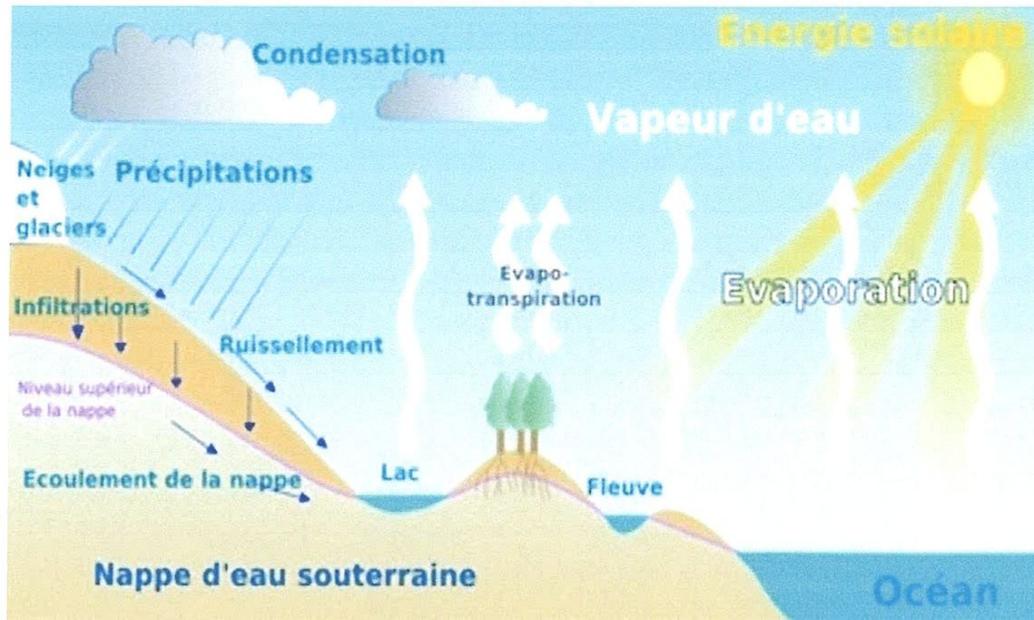


Schéma 06: le cycle d'eau

I-8-Les Paramètres d'eau :

I-8-1-Paramètres des substances toxiques :

Nous pouvons citer comme paramètres toxiques les métaux lourds dont cadmium, chlore, mercure, nickel, plomb, antimoine, sélénium ainsi que l'arsenic, les cyanures et finalement les hydrocarbures polycyclitiques aromatiques.

Les concentrations maximales admissibles des substances toxiques se situent entre 1 et 50 $\mu\text{g/l}$. Le tableau suivant donne les différentes concentrations des substances toxiques :

Substances toxiques	Concentration µg/l
Arsenic	10.00
Cadmium	5.00
Antimoine	5.00
Benzène	1.00
Cyanure	50.00
Nickel	20.00
Plomb	10.00
Chrome	50.00
Mercure totale	1.00
Sulfate	20.00

Tableau 02 : Substances toxiques dans l'eau.

I-8-2-Paramètres des substances indésirables :

Les substances indésirables regroupent un ensemble hétérogène de paramètres dont la présence dans les eaux potables n'est pas souhaitée pour diverses raisons qui ne sont généralement pas d'ordre sanitaire.

Les concentrations limites des substances indésirables dans les eaux de boisson se situent dans le tableau suivant [] :

I-9-Les impuretés de l'eau :

L'eau a le pouvoir de dissoudre quasiment tous les composés chimiques jusqu'à ce point, et d'abriter pratiquement toutes les formes de vie, et ceci signifie que les alimentations eau, contiennent de nombreux agents de contamination. On trouve dans l'eau brute les principales catégories d'impureté suivantes.

I-9-1-Impureté en suspension :

Les matières en suspension dans l'eau incluent les boues, les débris de canalisation et les colloïdes. Les particules colloïdes (qui peuvent être organique ou minérale) ne sont pas réellement en solution et provoquent un voile ou une turbidité de l'eau. Le degré de contamination colloïdale peut être déterminé par un test de colmatage ou turbidimètre.

I-9-2-Les impuretés minérales dissoutes :**• Turbidité :**

Avec la couleur, la turbidité de l'eau c'est-à-dire sa transparence est un facteur prépondérant pour la consommation de l'eau. Toutes les eaux sont plus ou moins transparentes mais si la turbidité est faible c'est-à-dire que l'eau est plus ou moins claire le consommateur refusera de consommer cette eau. Il y a d'autres raisons pour lesquelles la turbidité doit être contrôlée :

- Pour permettre une désinfection efficace de l'eau
- Pour enlever tous les polluants adsorbés par les solides en suspension tels que les métaux lourds
- Pour lutter contre la sédimentation dans le système de distribution

• Couleur :

Les couleurs de l'eau peuvent résulter de la présence d'impuretés minérales ou organiques. On doit enlever ces particules dans le but de rendre l'eau plus agréable à la consommation. Enlever les couleurs indésirables d'eau revient à enlever des particules organiques indésirables.

• Minéralisation

L'alcalinité de l'eau et sa dureté contribuent au même titre que le pH et les acides carboniques dissous à l'équilibre carbonate de l'eau. Une tentative est faite pour atteindre cet équilibre de manière à éviter la formation de calcaire et de corrosion. Si la quantité de sulfate présente dans l'eau est trop importante cela a des conséquences sur le goût et le caractère laxatif de l'eau. Pour une quantité de chlorure trop importante en plus du goût l'eau devient corrosive.

• Certains métaux

Le fer et le manganèse peuvent colorer l'eau et être à l'origine d'un phénomène de sédimentation dans l'eau. Cela peut aboutir à un phénomène de corrosion. Qui plus est, ces métaux affectent les qualités organoleptiques de l'eau comme d'autres métaux tels que le cuivre, l'aluminium et le zinc pour ne citer qu'eux.

- **Gaz dissout**

La présence de H_2S dans l'eau est un indicateur de conditions anaérobiques et montre que le potentiel d'Oxydo - réduction de l'eau est trop faible ce qui provoque la formation de mauvaises odeurs et contribue à rendre l'eau plus corrosive. H_2S doit être enlevé de l'eau.

- **Ions ammonium (NH_4^+)**

Les ions ammonium n'ont pas de conséquences sanitaires importantes sur la santé du consommateur mais leur présence dans l'eau est un indicateur de pollution de cette eau. Les ions ammonium doivent être enlevés de l'eau car ils constituent un nutriment pour la croissance de certaines bactéries.

I-9-3-Les impuretés organiques dissoutes :

Les impuretés organiques présentes dans l'eau résultent de la décomposition de la matière végétale : principalement les acides humiques et fulviques ainsi que l'agriculture, de la fabrication du papier et des déchets domestiques et industriels. Ceux-ci incluent les détergents, les matières grasses, huiles, solvants et résidus de pesticides et d'herbicides. De plus, les impuretés organiques peuvent inclure des composés issus par lixiviation des canalisations, réservoirs et substrats de purification.

I-9-4-Micro-organismes :

Les eaux de surface contiennent une variété de micro-organismes incluant les amibes, les rotifères, les algues.[04]

Substances indésirables	Concentration mg/l
Cuivre	2.00
Argent	0.001
Fer	0.2
Zinc	5.00
Fluore	0.75-1.5
Ammonium	0.1-2
Nitrites	1.00
Nitrates	10.00
Phosphore	5.00
Phosphate	0.1-0.3
Manganèse	0.10
Baryum	0.0007

Tableau 03: Concentration limite des substances indésirables dans l'eau

I-10-Les sels minéraux

Les sels minéraux contenus dans le sol sont dissous par l'eau de pluie pour être ensuite emportés. Les roches sont formées de multiples minéraux qui, érodés par les neiges et les pluies, sont lentement dissous et transportés dans l'eau des rivières, vers les océans par les rivières et les fleuves. Il y a longtemps, les volcans crachaient un mélange d'eau et de sels minéraux qui a fini par former l'océan. Ainsi dans l'eau, il y avait beaucoup de chlore et de sodium.

L'eau constitue une source d'apport en sels minéraux et oligoéléments : calcium, magnésium, fluor... Contrairement aux idées reçues, l'eau du robinet en contient. Dans son parcours naturel, au contact des sols et des roches, l'eau se charge en sels minéraux et oligoéléments. L'eau étant un produit local, elle peut présenter, selon les régions, des teneurs différentes.

I-10-1-L'importance des sels minéraux dans le corps humain :

C'est l'élément vital. Le corps humain est une sorte d'éponge puisque l'eau représente plus de 60% de son poids: 40 à 42 kg pour un poids de 65 kg. On peut vivre longtemps sans manger mais pas sans boire.

Un déficit de 5 à 10% entraîne une grande fatigabilité. Un déficit de 20% est mortel.

L'eau de source ou minérale, est un élément nutritionnel très important qui amène dans votre organisme des sels minéraux dont il a besoin ou pour compléter une alimentation faible, voire carencée en minéraux ; son apport permet un bon équilibre nutritionnel dont dépend notre santé. Ceci explique que très tôt, les eaux minérales aient été considérées comme de véritables médicaments. Il est donc nécessaire de boire de l'eau, mais pas n'importe laquelle et en n'importe quelle quantité.

L'organisme humain contient 22 minéraux, les mêmes qui se trouvent dans les roches de la terre. Ils représentent environ 4% du poids du corps. Ils sont indispensables à sa croissance et à sa vie.

Ce sont des nutriments absolument indispensables à la vie au même titre que les lipides, les glucides, les protides et les vitamines. Les sels minéraux se trouvent en effet dans tous les tissus du corps, en infimes quantités mais en qualité essentielle d'un point de vue physiologique. Lorsqu'ils ne se trouvent présents qu'à l'état de traces, ce sont des oligo-éléments. Un apport suffisant en minéraux est important pour la santé, ces derniers conditionnent en grande partie l'action de l'eau sur l'organisme.

I-11-La pollution de l'eau :

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (Rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines.

I-11-1-Les différentes sources de pollution :

I-11-1-1-La pollution chimique :

La pollution chimique peut être accidentelle ou diffuse. Les industries rejettent des pollutions diverses qui entraînent une détérioration de l'environnement. Une présence insuffisante de stations d'épuration.

I-11-1-2-Les décharges sauvages :

Les décharges sauvages (huile de vidange, batteries...) et tout ce que l'on jette dans la nature sans vraiment y prêter attention, représentent une source de pollution qui fait parfois beaucoup de dégâts....

I-11-1-3-La pollution domestique :

A la maison, l'eau des toilettes comme l'eau des lavages est une source de pollution :

- organique (graisses)
- chimique (poudres à laver, détergents...)

La pollution domestique est représentée par les eaux usées domestiques, l'eau de pluie (qui lave les rues), les commerces. 500 litres par jour et par habitant.

I-11-1-4-La pollution agricole :

La concentration des élevages (élevage industriel) donne un excédent de déjections animales ; celles-ci s'évacuent dans les cours d'eau et les nappes souterraines ; elles constituent une source de pollution bactériologique.

Les engrais chimiques (nitrates et phosphates) altèrent la qualité des nappes souterraines qu'ils atteignent par infiltration des eaux.

Les herbicides et les insecticides s'accumulent dans les sols et les nappes phréatiques.

I-11-1-5-La pollution accidentelle :

- entreposer des produits chimiques solubles
- déverser des produits polluants lors d'accidents de la circulation maritime
- dispenser des gaz ou des liquides toxiques par les usines
- les incendies [06]

I-12-L'utilisation de l'eau :**I-12-1-Dans l'industrie :**

Pour la plupart des industries, l'eau est un facteur de production.

Elle peut être utilisée comme matière première et être incorporée au produit fini ou intervenir comme-axillaire ou cours de processus de fabrication, les utilisations industrielles de l'eau sont extrêmement diversifiées, les PPS physiques et dynamiques très particulières de l'eau sont évidemment mises en profit, mais ces souvent sa relative abondance et son cout modique qui déterminent son usage pour des utilisations ; qui ne sont pas nécessairement pacifiques.

Parmi l'industrie qui utilise l'eau comme matière première on peut citer l'industrie du textile, la chine, l'agro-alimentaire et sidérurgie.

Aussi, on utilise parfois les propriétés de solvant de l'eau comme dans les sucreries ou l'en extrait le sucre des betteraves, l'eau liquide permet de fabriquer de la vapeur d'eau dans les chaudières, vapeur utilisée pour la production d'énergie mécanique, on le transport de calories (chaleur).

I-12-2- Dans l'agriculture :

L'eau pour l'agriculture est l'élément essentiel dans la croissance est développement des végétaux il est le principale facteur limitatif des cultures dans un grand nombre de situation agricole si la pluviosité est bien adopté aux besoins des cultures dans certaines régions, ce n'est pas le cas dans les zones arides, qui souffrent de la sécheresse 15% de la totalité des terres arables du monde sous irriguées, et représentent 26% de l'ensemble de la production mondiale.

I-13-Les réseaux d'adduction d'eau potable :

Les besoins des villes et des personnes en eau sont satisfaits par tout un réseau de distribution qui forme en milieu urbain et de plus fréquemment en milieu rural d'eau sous pression, boisson, cuisine... etc.

Elle sert à satisfaire la demande de domestique tel que la boison, cuisine, hygiène, lavage ...etc. Aussi que la demande municipale tel que les nettoyages des rues, luttés contre incendie, jets d'eau et fontaines,

...etc. demande collectives (hôpitaux, écoles) et éventuellement de demandes industrielles ou agricoles.[04]

PARTIE PRATIQUE

II-Traitement des eaux :

Le traitement de l'eau brute dépend de sa qualité, laquelle est fonction de son origine et peut varier dans le temps. Le traitement d'une eau s'effectue en plusieurs étapes dont certaines ne sont pas nécessaires aux les plus propres.

II-1-Historique sur la station :

Le barrage de Hammam Debeigh (Bouhamdene) est situé d'une distance de 20 Km de la commune de Hammam Debeigh.

Les travaux de la construction du barrage ont commencé en 1980 et terminé en 1987.

La station d'épuration étendue à une surface de 3 hectares est située à une distance de 1 Km du barrage. Elle a été inaugurée par de le président de la république en 2003.

II-2-Prétraitement (traitement primaire)

Cette étape d'épuration est réalisée au niveau du barrage de Hammam Debeigh.

Le barrage est divisé en trois niveaux : niveau supérieur, inférieur et moyen, habituellement l'eau envoyée à la station de traitement est puisée du niveau moyen.

Le barrage contient quatre accès (ou entrées) dont sont orientes vers la station d'épuration tandis que l'eau du quatrième accès est destinée à l'irrigation (agriculture) et l'industrie sans être traitée.

Devant chaque accès se trouve deux barreaux en fer qui bloquent le passage des gros corps comme les pierres et les troncs d'arbres,... etc. on trouve aussi des filtres qui servent à accumuler la boue et par suit la jeter dans les rivières.

L'eau du barrage est soumise à un contrôle (surveillance) périodique qui s'effectue par analyse des échantillons d'eau au laboratoire.

II-3-Traitement de l'eau destinée à la consommation:

Cette étape est réalisée au niveau de la station d'épuration et elle comprend les opérations suivantes:

II-3-1-Etape préliminaire (Jar test) :

Afin de détermination les quantités nécessaire et optimales des coagulations et floculation (**Jar test**).

A) Le flocculateur :

Le flocculateur est un appareil utilisé pour les essais de coagulation-floculation (**Jar test**).

Il est composé de six béciers de un litre (II) et six agitateurs mécaniques ayant des pales de dimensions 1.5cm × 8cm et tournant 20 à 250 tour/min. Cet appareil comporte un moteur électronique pour la diminution de la vitesse des agitateurs et aussi une minuterie.

B) Préparation des solutions :**B-1-Solution mère et fille de sulfate d'alumine (100g/l et 1g/l) :**

- Peser 25 g de sulfate d'alumine et introduire la poudre dans une fiole de 250ml et compléter avec de l'eau distillée.
- Mettre la fiole sur un agitateur magnétique avec un barreau magnétique, laisser agiter jusqu'à dissolution totale, du sulfate d'alumine.
- Cette solution servira à préparer la solution fille à 1% (10g/l) nécessaire pour les essais de floculation.
- Prendre 25 ml de la solution mère et placer dans une fiole jaugée de 250ml.
- Compléter avec de l'eau distillée et ajouter pour bien homogénéiser la solution.
- Cette solution doit être utilisée immédiatement avant les essais de floculation.

B-2- Solution mère et fille de polymère (5 g/l et 1g/l) :

Les flocculant (polymère) se trouvent sous forme de poudre ou sous forme de solution concentrée.

- Mettre 150 ml d'eau distillée dans un bicher.
- Peser 1.25g de produit et l'introduit dans un bicher en agitant jusqu'à dissolution complète.
- Transvaser la solution dans une fiole de 250ml et compléter avec de l'eau distillée.

- Attendre une heure afin d'avoir une solution limpide. La durée de conservation de cette solution est de 10 jours.
- Cette solution servira à préparer la solution fille à (1 g/l) nécessaire pour les essais de floculation.

B-3-Mode opératoire :

- Remplir les béchers (1 litre) par l'eau brute à traiter.
- Mettre en route les agitateurs 200 tr/min (agitation rapide).
- Au temps $t=0$, ajouter des doses croissantes de la coagulation le plus rapidement possible à l'aide d'une pipette dans chaque vase et encadrer ensuite la dose optimale présumée.
- Après une minute, ajouter le floculant en mettant une dose constante, puis réduire la vitesse d'agitation à 30- 40 tr/min c'est la phase d'agitation lente.
- Après 15 à 20 min d'agitation lente laisser décanter tout en ayant arrêté et levé les pales.
- Après la décantation, prélever par siphonage 0.5 litre de chaque vase, mesurer les paramètres de rendement choisis en générale turbidité, Ph... etc.

II-3-2-Oxydation :

Le bassin d'oxydation est lié au bassin de coagulation avec un système de séparation.

L'oxydation au début du traitement joue un rôle important dans l'élimination des produits minéraux et organique et aussi dans la destruction des bactéries pathogènes et les germes nuisible.

L'oxydation est réalisée à l'origine avec du chlore sous forme gazeuse et la transformation de celui-ci liquide est assurée par un appareil approprié, mais l'utilisation du chlore est suspendue. Actuellement l'oxydation se fait avec de l'eau de javel.

L'eau de javel (hypochlorite de sodium) se trouve dans des bouteilles en plastiques de capacité 20000 litres, avec une concentration qui varie entre 20° et 50°.

La quantité de l'eau de javel envoyer vers le bassin de traitement est déterminée selon la qualité d'eau brute, les normes exigent un intervalle de [0.2 -0.5 mg/l] du chlore libre dans l'eau analysé.

II-3-3-Coagulation et floculation :

Cette étape vient après l'oxydation. Ces deux opérations se font ² dans des bassins de volume environ 500 m³. Il existe dans la station d'éruption de Hammam Debeh, un bassin pour la coagulation et un autre pour la floculation qui se sont séparés par une cloison (paroi ou barrière) en béton armé. A l'intérieur du bassin de coagulation se trouve un agitateur rapide ou inox, sa vitesse est estimée entre les valeurs 43 et 70 tours /min. En revanche, le bassin de floculation comporte deux agitateurs lents en inox aussi, l'agitation lente a pour but le rassemblement des dépôts et la préparation de ces dépôts pour l'étape de décantation. La vitesse de rotation dans le bassin de floculation est entre 1.7 et 10.3 tours /min.

Concernant les réactifs chimiques utilisés, on a :

- ✓ Le sulfate d'alumine ($Al_2(SO_4)_3$) : Comme agent de coagulation ;
- ✓ Un polymère anionique : Comme agent de floculation ;
- ✓ La chaux (CaO) : Pour l'augmentation de valeur du Ph.

Les quantités de sulfate d'alumine et du polymère sont fixées suivant les essais (jar test) qui aident à déterminer les quantités adéquates et demandées pour chaque traitement.

A) Préparation du sulfate d'alumine :

Le sulfate d'alumine (poudre) est importé des sociétés chimiques tunisiennes ou tunisiennes dans des sacs pesant 50 kg.

En ce qui concerne la préparation du sulfate d'alumine elle se fait au niveau de deux bassins.

Premier bassin :

On procède à la préparation du sulfate d'alumine dans un bassin de volume de 45m³ de surface 16 m² et de hauteur 2.8 m. Cette préparation se fait selon les besoins de sorte qu'on détermine la hauteur inoccupée d'eau et selon laquelle

l'estimation de la quantité déficiente, ensuite on mélange le sulfate d'alumine avec une eau traitée provenant du réservoir de la station.

Exemple :

En supposant que la consommation du sulfate d'alumine utilisé est de 50 kg/m³ et hauteur inoccupée d'eau est de 1,2 m, on obtient :

$$C=m/v \text{ et } v=S.h$$

- C : Concentration du sulfate (Kg/m³).
- V : Volume du bassin inoccupé (m³).
- m : Masse du sulfate(Kg).
- S : Surface du bassin (m²).
- h : Hauteur du bassin inoccupé(m).
- $m = 50 \times 16 \times 1.2 = 950 \text{Kg}$.

1 sac contient 50 kg de sulfate d'alumine.

X sacs contiennent 950 kg de sulfate d'alumine.

Le nombre de sacs qu'il faut mettre est 19 sacs.

✚ Deuxième bassin :

A son niveau s'effectue la distribution du sulfate d'alumine vers le bassin de coagulation.

B) Préparation des polymères :

La préparation du polymère est automatique, elle se fait dans un appareil constitué de trois parties, le volume de chaque partie est de 1 m³. A l'intérieur de chaque partie se trouve un agitateur qui assure une agitation continue de la

solution du polymère. L'appareil sert à mélanger la poudre du polymère avec de l'eau. En ce qui concerne la concentration, elle se fait selon les besoins.

C) Préparation de la chaux :

La préparation du lait de chaux est réalisée lorsque le pH de l'eau est inférieur de 7. Mais pendant la période du stage, le pH a dépassé la valeur 7, ce qui a amené à éliminer cette étape.

II-3-4-Décantation :

Le but de cette étape est l'élimination des floccs formés au cours de la floculation.

Le mouvement de l'eau dans cette étape est caractérisé par une vitesse uniforme et cela afin d'éviter le soulèvement du flocon présent au fond du bassin.

Le bassin de décantation est muni d'un pont au bas duquel est lié un outil de raclage. Ce bassin nécessite un contrôle spécifique en faisant ce qui suit :

- ✓ L'entretien du pont pour éviter toute panne possible pendant l'opération de vidange.
- ✓ Peindre la partie métallique immergée dans l'eau à l'aide d'une peinture alimentaire et la partie supérieure exposée à l'air avec une peinture ordinaire.

On procède à l'élimination de la boue accumulée au centre du bassin ou se faisant tourner le pont racleur qui entraîne la boue au centre du bassin ou se trouve une ouverture à partir de laquelle on fait descendre la boue. La rotation du pont doit être lente afin d'éviter le mélange de la boue avec l'eau.

La purge de la boue se fait selon sa quantité accumulée. Lorsque cette quantité est très diluée, on procède à l'ouverture des vannes de purge de la boue pendant une minute et 15 minutes pour la fermeture. Les dépôts (ou les produits résultant de la décantation) s'accumulent dans le bassin de décantation, qui à son tour les envoient directement vers la fleur au moyen des conduites.

II- 3-5-Filtration :

La station contient six bassins de filtration. Le bassin est constitué d'un lit filtrant comportant un système d'évacuation inférieur et le milieu de filtration.

Le lit filtrant est construit en béton armé, en bas de celui-ci se trouve des tours, au-dessus desquels sont placés des filtres, au-dessus de ces derniers se trouve une couche de sable de hauteur 0.8. A travers les filtres passe l'eau et l'air utilisés pour le lavage.

L'accumulation des matières en suspension forme une couche gélatineuse sur la couche du sable et sur les filtres. Avec le temps, les filtres deviennent moins actifs et non efficaces et cela à cause du colmatage des grains de sable, ce colmatage est lié aux facteurs suivants :

- ❖ La nature de l'eau à traiter.
- ❖ La vitesse du flux d'eau dans le filtre.
- ❖ Dimension des grains du sable.

Lorsque la filtration devient très lente, on procède au lavage des filtres pour réactiver leur fonctionnement.

II-3-6-Désinfection :

C'est la dernière étape de traitement. Elle est réalisée dans un réservoir ayant un volume de 3000 m³, construit en béton armé et muni d'un couvercle avec ouverture d'aération. Les parois et sol du sont peint avec une matière spéciale pour empêcher l'infiltration des eaux.

On utilise pour la désinfection l'eau de javel qui tue les bactéries pathogènes. Le temps de contact d'eau avec l'eau de javel est de 30 minutes et cela avant d'effectuer des analyses post-chloration. La concentration du chlore libre après 30 minutes doit être entre 0.8 et 1 mg/l et cela pour protéger l'eau de la pollution pendant son déplacement à travers les réseaux de distribution[05].

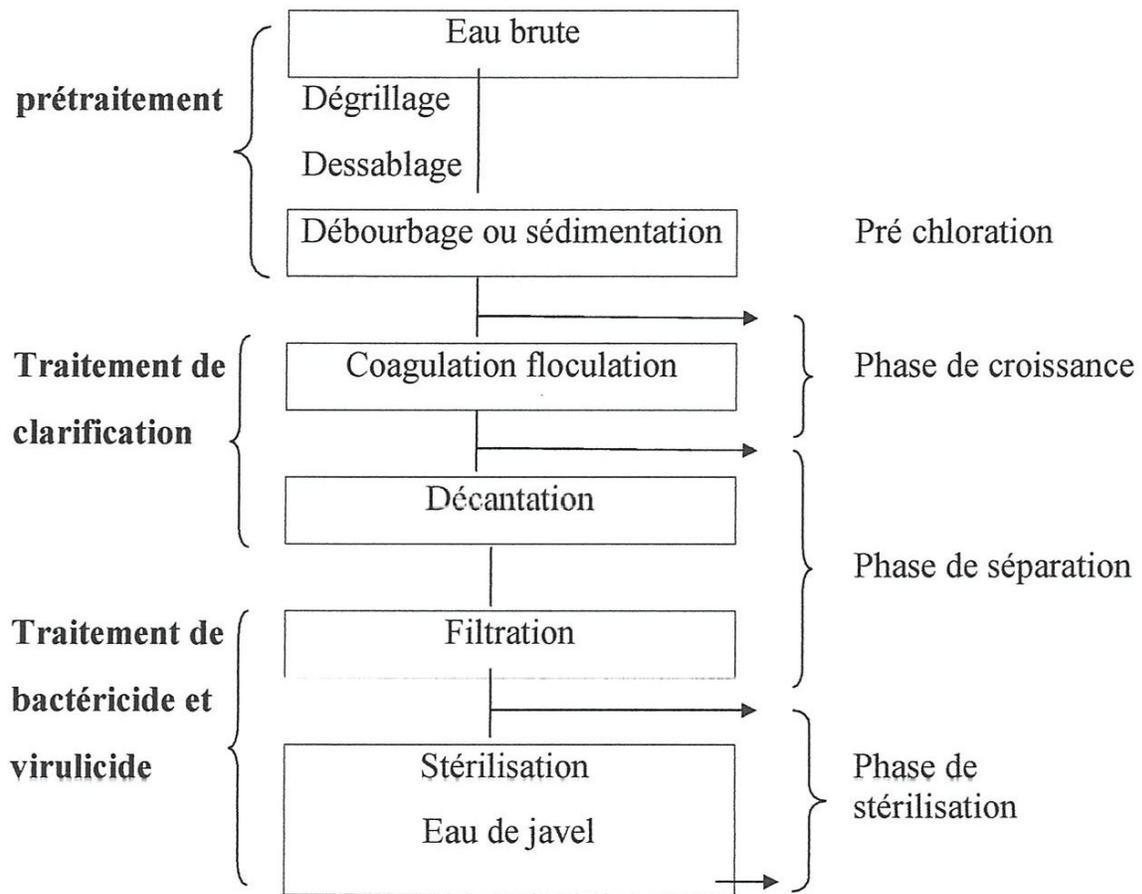


Schéma07 : représentation schématique de la chaîne de traitement de l'eau de consommation

CHAPITRE III

METHODES D'ANALYSES

III- 1-Analyses physico chimiques**III-1-1-Détermination des sulfates (SO_4^{2-})****III-1-1-1-Principe :**

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

III-1-1-2-Réactifs :**III-1-1-2-1-Solution mère de sulfates à 1g/l partir de Na_2SO_4 .**

Peser 1,47 g de Na_2SO_4 1000 ml d'eau distillée.

III-1-1-2-2-Solution stabilisante :

- Acide chlorhydrique60 ml
- Ethanol200ml
- Chlorure de sodium 150 g
- Eau distillée 1000 ml

III-1-1-2-3-Solution de chlorure de baryum :

- Chlorure de baryum150 g
- Acide chlorhydrique5 ml
- Eau distillée1000 ml

III-1-1-3-Gamme d'étalonnage :

- Prendre 8 béchers de 250 ml.
- Laver très bien avec du savon et une lavette.
- Rincer abondamment avec l'eau de robinet.
- Rincer avec une solution d'acide chlorhydrique.
- Rincer avec l'eau de robinet puis avec de l'eau distillée.

Remarque :

Les échantillons troubles ou colorés doivent passer par un filtre de 0,45 μm .

Les échantillons qui contiennent plus de 70 mg/l de SO_4^{2-} doivent être dilués avant détermination.

III-1-1-4- Courbe d'étalonnage de sulfate

N° bécher	0	1	2	3	4	5	6	7
Solution mère à 1g/l	0	1	2	3	4	5	6	7
Qsp (ml)	100	100	100	100	100	100	100	100
Solution stabilisante (ml)	5	5	5	5	5	5	5	5
Solution chlorure de baryum (ml)	2	2	2	2	2	2	2	2
Agitation 1 mn								
Concentration finale mg/l	0	10	20	30	40	50	60	70

Tableau 04:Courbe d'étalonnage de sulfate

Enregistrer la gamme dans le spectrophotomètre à la longueur d'onde

$\lambda = 420 \text{ nm}$.

III-1-1-5-Mode opératoire :

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

III-1-1-6-Normes :

Normes : PNA = 400 mg/l

Normes : CMA = 400 mg/l

III-1-1-7-Expression des résultats :

Mg/l SO_4^{2-} = la valeur lue sur le spectro-x la dilution.

III-1-2-Dosage des nitrites (Méthode de spectrométrie) :**III-1-2-1-principe :**

Un colorant azoïque rouge. $\lambda_{\text{max}}=543\text{nm}$. Les ions nitrite réagissent en milieu acide ($\text{pH}=1.9$) avec sulfamilade en formant sel de diazonium (diazotation) qui forme avec le N (1-naphtyle)-éthylène diamine – diclorhydrate

III-1-2-2-Réactifs :**III-1-2-2-1-Solution de nettoyage :**

Solution d'acide chlorhydrique (à $d=1.12\text{g/ml}=25\%$).

III-1-2- 2-2-Solution du réactif :

- 20 g de sulfamide, ($\text{C}_6\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$) a dissoudre dans un mélange de 50 ml d'acide phosphorique ($d=1.7\text{g/ml}=85\%$ de masse) et 250ml, d'eau distillé.

Dans cette solution dissoudre 1g de N (1-naphtyle)-éthylène diamine-chlorhydrate ($\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{Cl}_2\text{N}_2$)

Complété avec de l'eau distillée dans une fiole jaugée à un volume de 500 ml, cette solution est stable pendant un mois si elle est gardée à l'obscurité (bouteille en verre marron bien fermée) et 4°C au frigo.

III-1-2- 2-3-solution d'acide phosphorique :

Dans une fiole de 250ml, dissoudre 25ml d'acide phosphorique ($d=1.71\text{g/ml}=85\%$ e masse) dans 150 ml d'eau distillé. Après refroidissement à la température ambiante, on complète à l'eau distillé à 250ml.

III-1-2- 2-4- Solution standard de 100 mg/l :

Dissoudre $0.4926\text{g} \pm 0.0002$ de nitrite de sodium (NaNO_2), sécher pendant 2heures à 105°C dans 750mk d'eau distillé compléter à 1L.

$1\text{ml}=100\text{gr}=0.1\text{mg}$ de $\text{NO}_2\text{-N}$. Cette solution est stable pendant un mois à l'obscurité à 4°C .



III-1-2-3-courbe d'étalonnage de nitrites

Solution fille mg/l	0	1	2.5	5	7.5	10
Eau distillé	50	49	47.5	45	42.5	40
Réactif mixte (ml)	1	1	1	1	1	1
Attendre 10min						
[NO ₂] en mg/l	0	0.02	0.05	0.1	0.15	0.2

Tableau 05 :courbe d'étalonnage de nitrites**III-1-2-4-Prélèvement et préparation des échantillons :**

Conserver l'échantillon à 40°C et effectuer le dosage dans les six heures qui suivent le prélèvement .En cas d'impossibilité, ajouter une goutte de chloroforme à l'échantillon.

Pour le prélèvement il faut utiliser des bouteilles en verre.

Dans le cas d'échantillon, coloré, il faut également mesurer l'extinction propre de l'échantillon d'eau (sans réactif) mais dilué de la même manier que l'échantillon réel.

III-1-2-5-Mode opératoire :

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

L'apparition de la coloration rose indique la présence de NO₂.

III-1-2-6-Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur onde de 534mm.

III-1-3-Dosage de Nitrates :**III-1-3-1-Principe :**

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

III-1-3-2-Réactifs :**III-1-3-2-1-Solution de salicylate de sodium à 0,5%(renouveler toutes les 24h.).**

0,5gr de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée

III-1-3- 2-2-Solution d'hydroxyde de sodium 30%.

30 gr de Na OH dans 100 ml d'eau distillée.

H₂SO₄ Concentré.

- Tartrate double de sodium et de potassium.
- Hydroxyde de sodium Na OH400g.
- Tartrate de sodium et potassium.....60 g.
- Eau distillée..... qsp 1000 ml.
- Laisser refroidir avant de compléter à1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans flacon de polyéthylène.

III-1-3-2-3-Solution mère d'azote d'origine nitrique à1000 mg/l.

- Nitrate de potassium anhydre 0,722 g.
- Eau distillée 1000ml.
- Chloroforme 1ml.

III-1-3-2-4-Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg/l.

Appareillage : étuve

Spectrophotomètre U.V visible

III-1-3-3-Coube d'étalonnage nitrates :

Dans une série de capsule de 60 ml, introduire successivement :

N ^o de capsule	B	I	II	III	IV
Etalon 5 mg/l	0	1	2	5	10
Eau distillée	10	9	8	5	0
De salicylate de Na	1	1	1	1	1
Correspondant en mg/l de N nitrique	0	0,5	1	2,5	5

Tableau 06 :courbe d'étalonnage denitrates :

III-1-3-4-Mode opératoire :

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2à3 gouttes de Na OH à30%.
- 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 de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectre aux 415 mn.

III-1-3-5-Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415mn.

III-1-4-Détermination du fer (Fe)**III-1-4-1-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 dissous, du chlorhydrate d'hydroxylamine est ajouté pour réduire le Fe^{3+} et Fe^{2+} .

III-1-4-2-Réactif :

Tous les réactifs seront préparés à partir d'eau bi distillée exempte de toute trace de fer.

III-1-4-2-1-Tapon Acétate :

- Acétate d'ammonium.....40 g.
- Acide acétique cristallisable.....50ml.
- Q.S.P.....100ml d'eau distillée.

III-1-4-2-2-Chlorhydrate d'hydroxylamine à 10% :

- Chlorhydrate de d'Hydra lamine.....10 g.
- Q.S.P.....100ml d'eau distillée.

Cette solution est stable pendant une semaine.

III-1-4-2-3-Solution de Phénanthroline-1,10 :

Dissoudre 0.42 g de Phénanthroline monohydrate ($\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$) dans 100 ml d'eau distillée contenant 2 groupes d'Acide chlorhydrique.

Cette solution est stable pendant une semaine.

Conserver dans un flacon teinté et au réfrigérateur.

III-1-4-2-4-Solution mère étalon de fer à 1g/l :

-Solution fille étalon de fer à 0.01g /l (à préparer extemporanément).

Diluer au 1/100 la solution précédente.

III-1-4-3- la courbe d'étalonnage fer (Fe) :

Numéros de tube	T	1	2	3	4	5	6
Solution fille à 0.01 g/l(ml).	0	0.25	0.5	1.0	2.0	4.0	5.0
Eau distillée (ml).	50	49.75	49.5	49	48	46	45
Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine (ml).	1	1	1	1	1	1	1
Tampon acétate (ml).	2	2	2	2	2	2	0.5
Solution de Phénanthroline-1,10(ml).	2	2	2	2	2	2	2
Correspondance en mg de fer par litre.	0	00.5	0.1	0.2	0.4	0.8	1

Tableau 07 : courbe d'étalonnage fer (Fe)**III-1-4-5-Mode opératoire :**

-Prendre 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 100 ml, ajouter 1 ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine. Mélanger soigneusement.

-Ajouter 2 ml de tampon acétate. Ajouter 2 ml de la solution 1.10 de Phénanthroline et conserver à l'obscurité pendant 15 min. Enfin passer au spectrophotomètre pour mesurer à la longueur d'onde de 510 nm.

III-1-4-6-Expression des résultats :

Le résultat est donné en mg/l.

III-1-5-Dosage de l'ammonium HCO_3^- (ISO 7150/1-1984(f))**III-1-5-1-Principe :**

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

III-1-5-2-Réactifs :**III-1-5-2-1-Réactif I :**

A)-Eau exempte d'ammonium.

B)-Réactif coloré :

Peser 13g +ou-1g de salicylate de sodium, 13g+ou-1g de citrate trisadiquedéshydraté et 0.097g de sodium nitropentacynoferrate(III) déshydraté à dissoudre dans 100ml d'eau distillé. Conserver dans un récipient en verre brun.

Cette solution est stable pendant 2semaine.

III-1-5-2-2 Réactif II :**A)-Dichloroisocyanurate de sodium :**

-Pendant 3.2gd'hydroxyde de sodium dans 50 ml d'eau distillé, +0.2g+ou-0.002g de dichloroisocyanuré di hydraté. Dissoudre dans 100 ml d'eau distillé. Conserver dans un récipient en verre brun.

B)-Solution étale :

Chlorure d'ammonium(NH₄)₂SO₄ .ou le sulfate d'ammonium.

III-1-5-3-:Courbe d'étalonnage del'ammonium HCO₃⁻:

Solution Fille 1 mg/l	0	1	2.5	5	25	40
Eau distillée (ml)	50	49	47.5	45	25	10
Réactif 1(ml)	4	4	4	4	4	4
Réactif 2 (coloré)(ml)	4	4	4	4	4	4
Attendre 1h.30						
[NH ₄ ⁺] en mg/l	0	0.02	0.05	0.1	0.5	0.8

Tableau 08 : Courbe d'étalonnage l'ammonium HCO₃⁻

III-1-5-4-Mode opératoire :

- Prendre 40 ml d'eau à analyser
- Ajouter 4 ml du réactif 1
- Ajouter 4 ml du réactif 2 et ajuster à 50 ml avec l'eau distillé et attendre 1h.30

-L'application de la coloration verdâtre indique la présence de NH_4^+

-Effectuer la lecture à 655 nm.

III-1-5-5-Expression de résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

III-2-Analyses physico chimiques :**III-2-1-Le chlorure****III-2-1-1-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 indiqué par apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

III-2-1-2-Réactif :

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

III-2-1-3-Mode opératoire :

-Introduire 25 ml d'eau à analyser, dans un erlenmeyer au col large .Ajouter 02 à 03 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 nm.

Soit V le nombre de millilitres de nitrate d'argent N/10 utilisés.

III-2-1-4-Expression des résultats :

$$\text{Teneur} = \frac{V \text{ (ml)} \times \alpha}{142}$$

III-2-2-Dosage de Calcium Ca^{+2} **Méthode par complexeriz :****III-2-2-1-Principe :**

Le principe est identique à celui de la méthode coplexo-metrique décrite par la dureté totale.

Comme le dosage se fait à une PH élevé, le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas.

Par ailleurs, l'indicateur choisi ne se combine qu'avec le calcium.

III-2-2-2-Réactifs :

- Indicateur coloré : Murexide.
- Solution d'EDTA (N/50).
- Solution d'hydroxyde de sodium à 2 N.

III-2-2-3-Mode opératoire :

-Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer au col large. Ajouter 2 ml de solution d'hydroxyde de sodium et quelques graines d'indicateur coloré.

-Verser la solution d'EDTA jusqu'au virage du rose au violet.

Soit V le volume de solution d'EDTA verser.

III-2-2-4-Expression des résultats :

$$[\text{Ca}^{+2}] \text{ mg/l} = V_{[\text{EDTA}]} * F * 8$$

III-2-3-Dosage de magnésium (Mg^{+2})**III-2-3-1-Réactif :**

- Solution d'EDTA (N/50).
- Noir Urochrome T.
- NH_4OH à $\text{ph} = 10$.

III-2-3-2-Mode opératoire :

-Introduire 50 ml d'eau analyser dans un erlenmeyer au col large.
Ajouter 02 ml de NH_4OH à $\text{pH}=10$ et une puce de noir Urochrome T.

-Titrer par EDTA (N/50) jusqu'au virage de la couleur bleu(V2).

III-2-3-3-Expression de résultats :

$$[\text{Mg}^{+2}]\text{mg/l}=(v_2-v_1) * F * 4.8$$

Si :

V2 : Volume titrée de calcium et magnésium.

V1 : Volume titrée de calcium.

II-2-3-4-Facteur :

$$F=12.5/V_{(\text{EDTA})}$$

- 50 ml de solution mère de CaCl_2 .
- 02 ml de $\text{NaOH}(2\text{N})$.
- Une pucée de Murexide.
- Titrer par EDTA (N/50) jusqu' au virage de la couleur violet.

III-2-4--Titre hydrotimétrique par (EDTA) TH**III-2-4-1-Principe :**

L'alcali-terreux présente l'eau sous an..... À former un complexe du type chélation par le sel di sodique de l'acide éthylène-diaminetétracétique à $\text{pH}10$.

La disparition des dernières tracer d'éléments libres à doser est décelée par virage d'un indicateur spécifique. En milieu communalemt tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium la méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium.

III-2-4-2-Réactif :

- Indicateur noir d'Urochrome T.

- Solution d EDTA. (0.2N)
- Solution tampon
- Ammonium 34%

III-2-4-3-Mode opératoire :

- Prélever 100 ml d'eau à mélanger. Ajouter 9 ml de solution tampon (PH=9.5-10) et quelques graines d'indicateur coloré.
- Verser la solution d'EDTA jusqu'au virage du rouge vieux au bleu.
- Soit V le volume de solution d'EDTA versé.

III-2-4-4-Expression des résultats :

$$TH (^{\circ}F)=V \text{ ml} \cdot 10$$

III-2-5-Matière organique(MO)

III-2-5-1-Principe :

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

III-2-5-2-Réactif :

- Solution d'acide sulfurique 50%.
- Solution de permanganate de potassium N/80.

A préparer à partir d'une solution N/10 récemment titrée. Vérifier le titre de cette solution.

1 ml de la solution N/80 correspond à 0.1mg d'oxygène.

- Solution d'acide oxalique N/80. A préparé d'une solution N/10 récemment titrée.

III-2-5-3-Mode opératoire :

Introduire dans un erlenmeyer de 500 ml ,100 ml d' eau à analyser et 10 ml d' acide sulfurique à 50% ,ajouter 10 ml de solution de permanganate de potassium N/80. Porter l' échantillon à l'ébullition

ménager 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 bicolorer revenir immédiatement à la teinte rose faible mais persistant à l'acide d'une burette graduée, la solution de permanganate de potassium N/80

-Fais un essai à blanc en opérant dans la même condition

III-2-5-4-Expression des résultats :

$$M/O_2(L) = (V_{\text{éch}} - B_{\text{blanc}})$$

III-2-6-Les résidus secs (RS)

III-2-6-1-Principe :

Le résidu sec correspond au poids de totalité des matières dissoutes par litre d'eau une certaine quantité d'eau bien mélangée est évaporée dans une capsule tarée le résidu desséché est ensuite pesé.

III-2-6-2-Mode opératoire :

- Tarer une capsule préalablement lavée. rincer avec de l'eau distillée.
- Prélever 200ml d'eau à analyser.
- Porter à l'étuve à 105°C pendant 24 heures.
- Laisser refroidir pendant 15min Bistour
- Peser immédiatement et rapidement.

III-2-6-3-Expression des résultats :

$$RS \text{ (mg/l)} = (P_p - P_v) \times 5 \times 1000$$

Si :

P_p : poids plein de la capsule.

P_v : poids de vide de la capsule.

III-7-Titre Alcalimétrique simple et composer TA et TAC:**III-7-1-Principe :**

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

III-7-2-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'anlybrique carbonique libre (par ébullition de 15 min).

III-7-3-Mode opératoire :**III-7-3-1-Titre Alcalimétrique simple (TA) :**

-100 ml d'eau à analyser.

-02 à 03 gouttes de phénolphtaléine.

Si une coloration rose apparait titrer avec l' H₂SO₄ (N/50) jusqu'à la disparition de couleur.

Si la couleur n'apparait pas TA=0. (PH<8.3)→TA =0

III-7-3-1-1-Expression des résultats :

$$\text{TA (°F)} = V_{\text{titrer}}$$

$$\text{TA (°F)} = V_{\text{titrer}}$$

III-7-3-2-Titre Alcalimétrique Composer (TAC) :

- 100 ml d'eau à analyser.
- 02 à 03 gouttes de méthylorange à 05%.
- Titrer par l' H₂SO₄ (N/50) jusqu'au virage rouge orange.

III-7-3-2-1-Expressions des résultats :

$$\text{TAC (°F)} = V_{\text{titrer}} - 0.5$$

III-8-Les matières en suspensions MES :**III-8-1-Principe :**

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

III-8-2-Matérielles spéciale :

- Dispositif de filtration sous vide en sous pression (rampe).
- Membrane de filtration.

III-8-3-Mode opératoire :

- Mettre les membranes filtrantes dans une étuve à 105°C pendant 20 min.
- Laisser refroidir dans le dessiccateur.
- Ensuite les peser .Soit P1 : poids des membranes avant filtration.
- Placer les membranes dans la rampe à filtration et fait passer 200 ml d'eau à analyser à travers.
- Rendre les membranes à l'étuve (105°C) afin de les sécher pendant 20 min.
- Laisser les membranes refroidir au bissecteur, puis les peser une 2^{ème} fois.

-Soit P2 poids des membranes après filtration.

III-8-4-Expression des résultats :

$$\text{MES (mg/l)} = (P2-P1)*5*1000$$

III-9-Conductivité et total des sels dissous (TDS) :

La conductivité est l'aptitude d'une eau à permettre le passage du courant électrique. Toute eau est plus ou moins conductrice du courant électrique. Cette conductivité est liée à l'existence des charges électriques des ions présents dans l'eau.

La salinité totale est la quantité des sels dissous dans l'eau.

La mesure de la conductivité(ou de son inverse la résistivité) donne une indication rapide sur la présence en quantités faibles ou élevées de minéraux dissous, sans pour autant permettre d'identifier les différents ions présents.

La conductivité électrique d'une eau augmente avec la température. Elle est exprimée en micro siemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Concernant la salinité totale(TDS), elle exprimée en mg/l.

III-9-1-Matériel et mode opératoire :

Pour la mesure de la conductivité et TDS nous avons utilisé un conductimètre qui nécessite un étalonnage avec de l'eau distillée, les valeurs de la conductivité et TDS sont lues directement après introduction de l'électrode dans l'eau à analyser.

III-10-Mesure du pH et température :

Le pH ou potentiel d'hydrogène, indique la concentration en ions H^+ d'une solution ou plus exactement le cologarithme décimal de cette concentration :

$$pH = -\log[\text{H}^+]$$

Le pH est déterminé sans unité, concernant la température, elle est mesurée en $^{\circ}\text{C}$.

III-10-1-Matériel et mode opératoire :

Le pH et la température sont déterminés à l'aide d'un pH-mètre. Pour la mesure de ces deux paramètres on suit les étapes suivantes :

- Rincer l'électrode avec l'eau distillée.
- Immerger l'électrode dans l'échantillon.
- Procéder à une agitation.
- Faire la lecture après stabilisation du pH.

III-11-La turbidité :

La turbidité est la propriété d'une eau d'être d'aspect trouble, c'est l'inverse de la limpidité.

La mesure de la turbidité donne une indication sur la teneur en matières solides en suspension. Elle est déterminée à l'aide d'un faisceau lumineux et d'une cellule photo-électrique avec mesure de l'absorption ou de la réflexion de la lumière par les solides en suspension.

Il existe plusieurs méthodes basées sur la néphélométrie, chacune ayant son témoin. Dans notre analyse l'unité employée est NTU (Normalized Turbidity Unit).

III-11-1-Matériel et mode opératoire :

La mesure de la turbidité est réalisée à l'aide d'un turbidimètre, les étapes suivies sont :

- Commencer par étalonner l'appareil avec la gamme qui se rapproche le plus de l'échantillon.
- Placer l'échantillon d'eau à analyser (eau filtrée et traitée) dans le puits de mesure.
- Faire la lecture.
- Les résultats sont exprimés par une lecture directe en NTU.[01]

CHAPITRE IV

RESULTATS ET DISCUSSION

IV-1-Les résultats :

IV-1-1-Les résultats des analyses physico-chimiques

Paramètres	Normes Algériennes (Valeur maximales admissibles)	Dates des analyses		
		20/03/2012	21/03/2012	24/03/2012
La turbidité(NTU)	5	17.3	16.75	13.25
La conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	2000	514	521	518
TDS (mg/l)	500	268	272	271
Température C°	<25	12.1	11.1	11.00
Salinité	/	00	00	00
PH	8.5	8.30	8.10	8.15
NO ²⁻ (mg/l)	/	0.005	0.006	0.007
NH ⁴⁺ (mg/l)	/	00	00	00
NO ³⁻ (mg/l)	/	73.356	74.205	73.562
SO ²⁻ ₄ (mg/l)	/	143.11	112.85	95.55
AL ³⁺ (mg/l)	/	0.038	0.30	0.42

Tableau08 : les résultats des analyses physico-chimiques

IV-1-2-Les résultats des analyses chimiques :

Paramètres	Dates des analyses			Les normes algériennes (Valeurs maximale admissible)
	20.03.2012	21.03.2012	24.03.2012	
TA (mg/l)	00	00	0	/
TAC (mg/l)	10.9	11.05	11.15	/
TH (mg/l)	23	22.86	24.02	500
Ca ⁺² (mg/l)	54.88	62	55	200
Mg ⁺² (mg/l)	29.27	25.23	26	150
Cl ⁻¹ (mg/l)	71	72.02	72	500
HCO ₃ (mg/l)	142.98	140.32	141.02	/
RS (mg/l)	503	480	490.02	1500
MES (mg/l)	7.5	7.1	7.2	2
MO(mg/l)	2.4	2.1	2.2	3

Tableau09 : résultat des analyses chimiques.

VI-1-3-Comparaison des analyses de l'eau de barrage (brut et traité):

Paramètres	Normes Algériennes (valeurs maximale admissibles)	Eau brut	Eau traité
Turbidité(NTU)	5	[17.2-17.3]	3.75-8.2
Conductivité (µs/cm)	2000	482	514-521
TDS (mg/l)	500	302	268
Température C°	<25	10.3	[11.1-12.4]
Salinité	/	0.1	00
PH	8.5	[7.93]	7.96
NO ²⁻ (mg/l)	/	[0.0015-0.06]	[0.009-0.005]
NH ⁴⁺ (mg/l)	/	00	[0-0.27]
NO ³⁻ (mg/l)	/	[73.11-74.205]	[0-0.12]
SO ²⁻ ₄ (mg/l)	/	[143.11-144.25]	[69.805-144]
AL ³⁺ (mg/l)	/	[0.038-0.3]	00
TA (mg/l)	/	00	00
TAC (mg/l)	/	[11.4-10.9]	[11.1-11.4]
TH (mg/l)	500	[21-23]	[21-23]
Ca ⁺² (mg/l)	200	54.88	[55.66-57.23]
Mg ⁺² (mg/l)	150	[18.34-29.27]	[18.22-21.32]
Cl ⁻¹ (mg/l)	500	71	71
HCO ₃ (mg/l)	/	[139.08-143.98]	[135.23-139.25]
RS (mg/l)	1500	[461-503]	[443-528]
MES (mg/l)	2	[7.5-15.5]	[2.32-4.5]
MO (mg/l)	3	[4.5-5.7]	[2.1-2.6]

Tableau 10 : comparaison des analyses.

IV -2-Les courbes :

IV-2-1-Les trois prélèvements des paramètres chimiques.

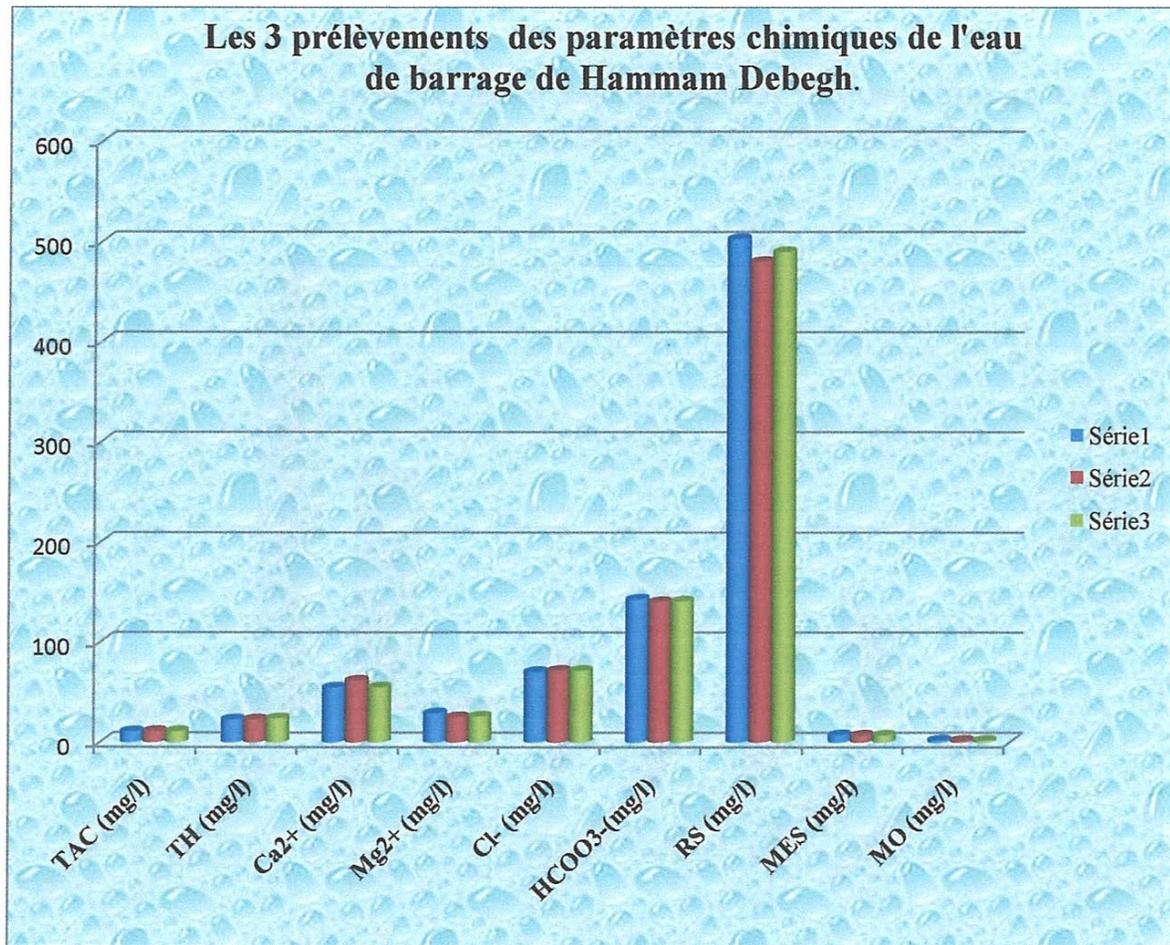


Schéma 09 : Les 3 prélèvements des paramètres chimiques de l'eau de barrage de Hammam Debehg.

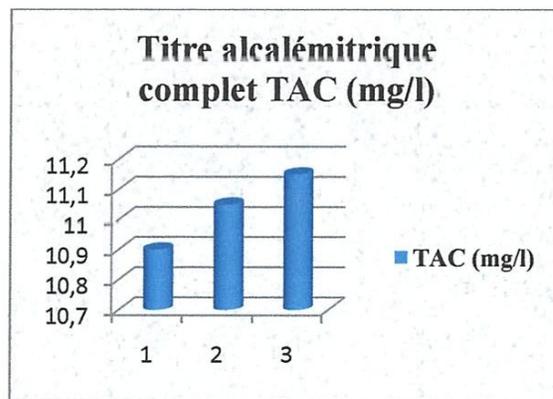
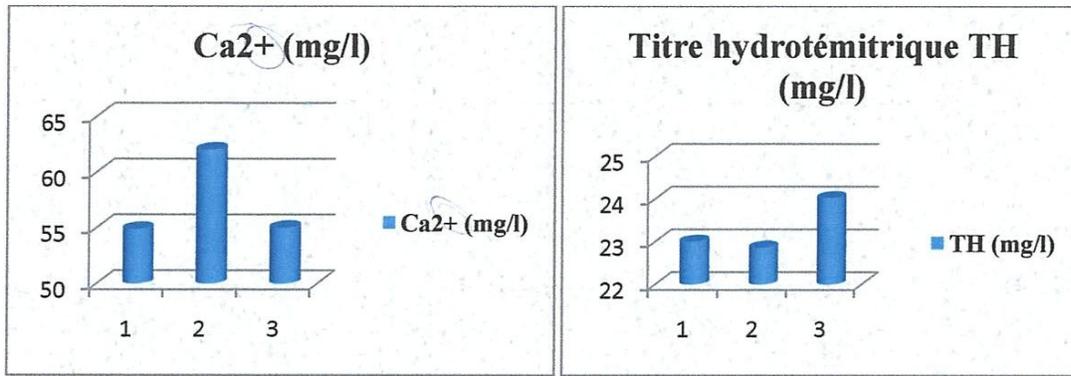
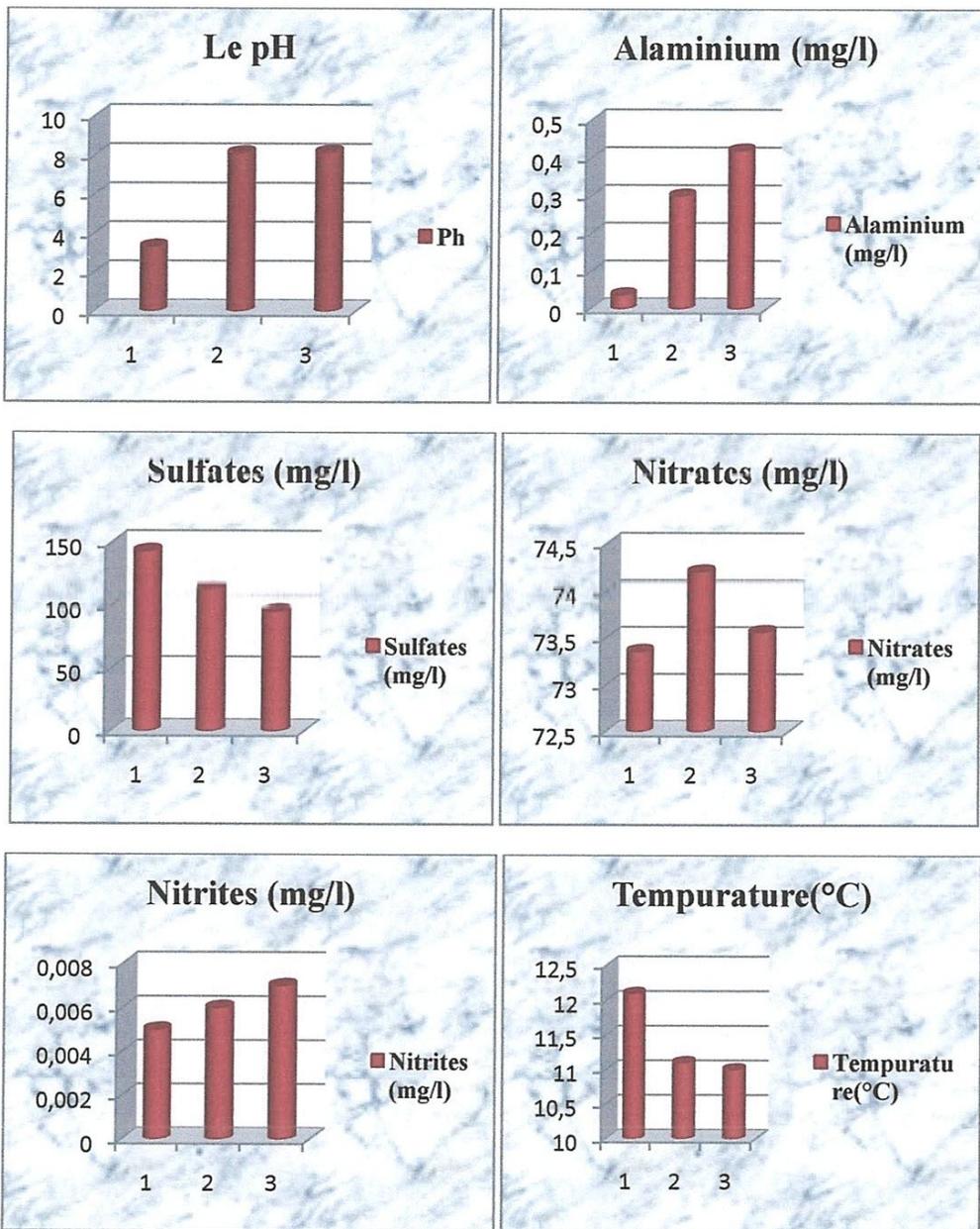


Schéma 10 : Les variations des concentrations en fonction des paramètres chimiques

IV-2-4-La variation des concentrations en fonction des paramètres physico-chimiques



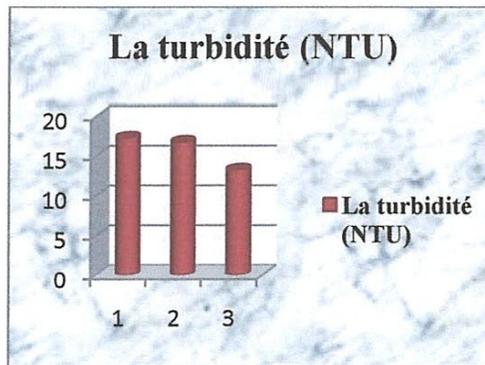
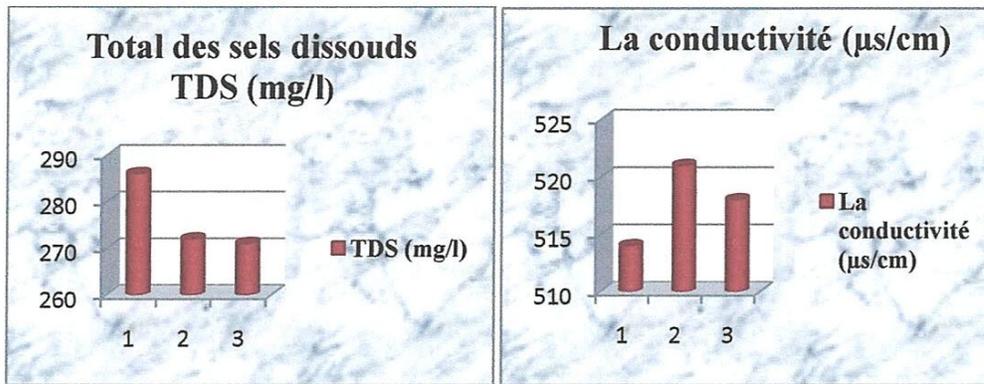


Schéma 11 : Les variations des concentrations en fonction des paramètres physico-chimiques

IV-3-La discussion

IV-3-1-La température :

Les mesures de température de l'eau sur le lieu de prélèvement à l'aide d'un thermomètre potable sont une partie intégrante de l'analyse des eaux, car de cette température que dépendent la salubrité de gaz et de la vitesse de la réaction dans l'eau.

La température mesurée dans les échantillons d'eau variée entre un minimum de 11°C et un maximum de 12.1°C. La comparaison des températures des eaux dans les deux stations de prélèvement permet de constater que durant les mois de mars et avril, la température est plus élevée dans la deuxième station de prélèvement (eau brute).

IV-3-2-La turbidité :

Les valeurs de turbidité trouvées indiquent que les eaux sont légèrement troubles avec des valeurs comprises entre 13.25 et 17.2 NTU dans les eaux du barrage (eau brute) ; tandis avec des eaux traitées les valeurs sont généralement basses (3 NTU), ce qui donne un aspect claire à ces eaux.

IV-3-3-La conductivité électrique :

On remarque une certaine constance des valeurs de la conductivité des eaux de barrage (eau brute) et de l'eau traitée qui balance entre la valeur de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

IV-3-4-le pH :

Les valeurs obtenues indiquent que les eaux des deux stations de prélèvement sont :

-Eau traité est dite basique et a un $\text{pH}>7$.

- Eau brute est dite acide et a un $\text{pH}<7$.

IV-3-5- Le chlorure :

Les concentrations sont quasi-constante dans les eaux du barrage et celles traitées (voir le tableau 5.5.)

IV-3-6- Les matières organiques (MO):

Les variations des matières organiques dans les stations de prélèvement sont :

-Les valeurs moyennes sont encrystées au niveau des eaux de barrage (eau brute) avec un maximum de 2.4 mg/l.

-Les valeurs faibles sont enregistrées au niveau des eaux traitées avec un maximum de 2.1 mg/l.

IV-3-7-Matières en suspension (MES) :

Les valeurs de MES restant dans leurs ensemble assez faible dans les de barrage (eau brute) avec un maximum de 7.5 mg/l ; par ailleurs, elles sont négligeables voir nulles dans les du barrage après traitement.

IV-3-8- Résidu sec (RS) :

La détermination du résidu sec permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau, pour des raisons de saveur, l'OMS recommande une valeur limite de 503 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine. On remarque d'après les résultats trouvés que les valeurs du résidu sec en mg/l sont pratiquement constantes pour les deux prélèvements et inférieures aux nomes de l'OMS, ce qu'explique la bonne acceptabilité pour la consommation.

IV-3- 9- Titre alcalimétrique complet (TAC) :

Le titre alcalimétrique complet (TAC) correspond à la teneur de l'eau en alcalis libre, carbonate hydrogénocarbonate lorsque les valeurs des résultats sont comprise entre 100 et 200 ml/l, en peut dire que les terrains parcourus sont donc claire, par ailleurs le TAC dépend des rejets urbains ou industriels, comme il peut donner une indication sur le degré de l'oxydation des composés organiques.

Donne une idée sur le teneur en carbonate qui est presque constante durant les deux compagnes de prélèvement, avec un moyenne de 107mg /l dans les eaux de barrage (brute) celles traités.

La dureté totale d'une eau est donnée par la concentration en ions alcalino-terreux (essentiellement Mg^{+} et Ca^{+}), leur présence dépend de la nature des terrains traversés par les ressources en eau utilisées, elle est donc différente

selon les caractéristiques hydrogéologiques de chaque région et peut ainsi varier au cours de l'année de façon naturelle.

La réglementation ne prévoit pas de seuil maximal, les eaux très dures (au-delà de 30°F) favorisent la formation de tartre alors que les eaux très douces (moins 10°F) peuvent provoquer des phénomènes de corrosion. Il est admis qu'une dureté comprise entre 15 et 20° F est idéale. D'après les résultats trouvés, on a constaté la même concentration (+222mg/l) pour les eaux du barrage (eau brute) et les eaux traitées tout en demeurant des eaux très dures.[05]

Confusion

CONCLUSION GENIRALE

Ce travail a été réalisé au sein de la station d'épuration de Hammam Dbaghe.

L'objectif a été atteint par réalisation de se suit :

- Connaitre les étapes effectuées pour le traitement del'eau de barrage destinée à la consommation.
- Faire des analyses physico-chimiquesde l'eau brute, traitée.
- Les résultats d'analyse trouvés montrent que les normes sont respectées avec une légère augmentation par rapport aux normes décrites de la turbidité et la teneur en matières organiques.
- Cette eau est impropre à la consommation humaine brute.

Ce qui a nécessité un traitement pour l'obtention d'une eau potable de qualité (conformes de potabilité de l'OMS).

Donc on peut conclure que l'eau de barrage de Hammam Debegh peut utiliser pour la consommation humaine.

REFIRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

[01]: Agence nationale des barrages (ANB), fiche technique du barrage Hammam Debaghe, rapport et documents inédits.

[02]: A. Kettab-. Manuel de de la qualité des eaux (les eaux potables) .édition : 1 ; place centrale ben Aknoun, 1997

[03]: A. Lamaa ; B. Rima. Analyses et traitement physico-chimique des eaux du bassin de Hammam Dbaghe. Mémoire de DEUA, 2007

[04]: N. Bakhouché, A .Zemouri .traitement et analyse de l'eau de barrage de Hammam Debagh et étude comparative avec quelques eaux minérales naturelles misse sur le marché algérien. Mémoire de DEUA, 2007

[05]: K. Messaadi, Suivis traitement des eaux au niveau de station de Hammam Debagh. Mémoire LMD année 2010

[06]: www.Le cycle d'eau.com

