

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou (UMMTO)



Faculté des sciences Biologiques et des sciences Agronomiques
Département d'agronomie



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue d'obtention du diplôme master en Agronomie

Option : Traitement et valorisation des ressources hydriques

Thème



**Caractérisation et traitement des eaux
du barrage Taksebt par la station
monobloc en vue de leurs potabilisation.**

Réalisé par :

M^{elle} **HADJARI Lamia**

M^r **BERABAH Karim**

Présenté devant les jury :

M^r **METAHRI.M.S**

Maitre de conférences « A » Promoteur

M^{me} **BEN AHMED DJILALI .A**

Maitre de conférences « A » Président

M^{me} **BEROUANE.N**

Maitre assistant « B » Examinatrice

Promotion/ 2016 – 2017

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toute personne a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Mes vifs remerciements vont à mon encadreur **D^r METAHRI Mouhand Saïd.**

Un grand merci à ma sœur **Tika.**

Un grand merci à mon fiancé **Youcef.**

Aux membres de jury d'avoir accepté d'évaluer mon travail

Aux enseignants de département

A tout le personnel de la station monobloc de Tizi ousou notamment Mme klioui.

Lamia et Karim

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à la mémoire de mon très très cher frère « **Idir** » qui s'est sacrifié pour nous, qui est toujours présent à mes côtés, que Dieu l'accepte à son vaste paradis.

Au plus beau cadeau sur terre, ma source de vie, et ma lumière, mes très chères parents qui m'ont encouragé durant toutes mes études.

A mon cher frère « **Amar** ».

A ma chère sœur bonheur de la famille « **Tika** ».

A **mon cher fiancé Youcef** qui m'a beaucoup soutenu à lui grand plaisir.

A mes chère amis : Kenza, Sabrina, Ounissa et leurs familles

A mon cher binôme et sa famille.

A tous mes chères de près ou de loin.

Lamia

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail au plus beau cadeau sur terre, ma source de vie, mes chère parents qui m'ont beaucoup encouragé durant toute mes études.

A tout mes amis et mes proches.

Liste des tableaux

Tableau I: résultats de Jar test.....	48
--	----

Liste des figures

Figure 1: Photo de la station monobloc de Taksebt.....	39
Figure 2: Photo indiquant l'arrivée de l'eau brute et les points d'injection des réactifs au niveau de la station monobloc de	40
Figure 3: Photo du décanteur lamellaire de la station monobloc de Taksebt.....	41
Figure 4: photo du filtre à sable de la station monobloc de Taksebt.....	41
Figure 5: Photo indiquant le point d'injection d'hypochlorite de sodium en fin de traitement.....	42
Figure 6: Chronologie des opérations unitaires de la station monobloc de Taksebt.....	43
Figure 7: photo de <i>Jar-test</i>	45
Figure 8: Variation de ph de l'eau brute et traité pendant une période de 8 jour.....	49
Figure 9: Variation de Turbidité de l'eau brute et traité pendant une période de 8 jours.....	50
Figure 10: Variation de Conductivité de l'eau brute et traité pendant une période de 8 jours.....	51
Figure 10 : Variation de la température de l'eau brute et traité pendant une période de 8 jours.....	52
Figure 11: Variation de chlore résiduel de l'eau décantée et traité pendant une période de 8 jours.....	53

Liste des abréviations

ADE : Algérienne des eaux.
AEP: Alimentation en Eau Potable.
ANBT: Agence Nationale des Barrages et de Transfert.
ASR: Anaérobie sulfito-réducteurs.
DBO: Demande biologique en oxygène.
DCO: Demande chimique en oxygène.
DDT : Dichlorodiphényltrichloroéthane.
EDTA : Éthylène Diamine-Tétra Acétique.
ISO: International Standards Organization.
MES : Matières en suspension.
MTH : Maladies à transmission hydrique.
NTU : Néphélométrie.
OMS : Organisation Mondiale de la Santé.
pH : Potentiel d'hydrogène
SEAAL: Société des eaux et de l'assainissement d'Alger.
S/C: Simple concentration.
TA : Titre Alcalimétrique.
TAC : Titre Alcalimétrique Complet.
TDS: Solides totaux dissous.
UNESCO: Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture.

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE I

Généralité sur les eaux de naturelle:

Introduction.....	3
I-1. Les principales sources d'eau naturelles.....	3
I-1-1. Eaux atmosphériques.....	3
I-1-2. Eaux de surface.....	3
I-1-3. Eaux souterraines.....	4
I.2. Pollution des eaux de surface	5
I.2.1.Définition de la pollution.....	5
I.2.2. Différent type des polluants.....	5
I.2.3 .Maladie à transmission hydrique.....	9
Conclusion	10

CHAPITRE II:

Qualité et procédés de traitement des eaux de surface

Introduction.....	11
II-1. Définition des objectifs exacts du traitement.....	11
II-2. Les paramètres globaux de la qualité des eaux potables.....	12
II-2-1. Paramètres organoleptiques.....	12
II-2-1-1. Couleur.....	12
II-2-1-2. Odeur et saveur.....	12

II-2-1-3. Turbidité.....	12
II-2-2. Paramètres physico-chimiques.....	13
II-2-2-1. Température.....	13
II-2-2-2. PH.....	13
II-2-2-3. Alcalinité.....	14
II-2-2-4. Equilibre calco-carbonique.....	14
II-2-2-5. Dureté.....	14
II-2-2-6. Conductivité	15
II-2-2-7. Chlorure.....	16
II-2-2-8. Matière en suspension.....	17
II-2-2-9. Minéralisation globale.....	17
II-2-2-10. Sodium.....	17
II-2-2-11. Potassium.....	17
II-2-2-12. Sulfates.....	18
II-2-3. Les paramètres indésirables.....	18
II-2-4. Les paramètres de toxicité.....	20
II-2-5. Les paramètres de pollution organique.....	21
II-2-6. Paramètres bactériologiques.....	24
II-3. Différents procédés de traitement des eaux de surface.....	26
II-3-1. Prétraitements.....	26
II-3-1-1. Dégrossissage.....	26
II-3-1-2. Aération.....	27
II-3-1-3. Préchloration.....	27
II-3-2. Traitements physico-chimiques.....	27
II-3-2-1. Clarification.....	27

II-3-2-1-1. Coagulation-floculation.....	27
II-3-2-1-1-1. Coagulation.....	28
II-3-2-1-1-2. Floculation.....	29
II-3-2-1-2. Décantation.....	29
II-3-2-1-3. Flottation.....	30
II-3-2-1-4. Filtration.....	30
II-3-2-2. Désinfection.....	30
a) Choix de désinfectant.....	30
b) Différents types de désinfectant.....	31
II-3-2-3. Traitement de neutralisation.....	33
II-3-2-4. Traitement de reminéralisation.....	33
II-3-2-5. Traitement d'adoucissement.....	33
II-3-3. Traitements biologiques.....	34
II-3-4. Traitement spécifiques.....	35
II-3-4-1. Echange d'ions.....	35
II-3-4-2. Adsorption sur charbon actif.....	35
II-3-4-3. Décarbonatation.....	36
II-3-4-4. Techniques membranaire.....	36
II-3-4-5. Fluoruration et défluoruration.....	37
Conclusion.....	38

CHAPITRE III

Partie expérimentale

Introduction.....	39
I-Matériels et méthodes.....	39

I-1. Présentation de la station monobloc Taksebt.....	39
I-2.Etapes de traitement	40
I-3.Présentation de laboratoire	44
I-4 .Techniques utilisées.....	45
I-4-1. Essai de Jar-test.....	45
I-4-2. Demande en chlore.....	45
I-4-3. Mesure du pH	46
I-4-4. Mesure de la turbidité.....	46
I-4-5. Mesure de la conductivité.....	46
I-4-6.Mesure de la température.....	47
I-4-7. Dosage des chlorures.....	47
II. Résultats et interprétation.....	48
Conclusion.....	54
Conclusion générale.....	55
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction

générale

INTRODUCTION GENERALE

L'eau n'est pas un produit commercial comme un autre, elle doit être considérée comme un héritage qui doit être protégé, défendu et traité comme tel. Elle est une ressource vitale pour l'homme, sa survie, sa santé, son alimentation ; elle est également pour ses activités agricoles, industrielles et touristiques, et la qualité de son environnement en dépend. Cependant elle est le réceptacle universel de tout type de pollution.

En apparence, l'eau est très présente sur notre planète, ainsi vue de l'espace, la terre apparaît bleue, les océans recouvrant près des trois quarts de la surface terrestre (71%). Selon l'UNESCO, la totalité de l'eau sur terre représente un volume de 1,4 milliard de km³, ce qui a donné une fausse impression comme quoi elle était une ressource inépuisable. Cependant, la majeure partie de l'eau (97,5 %) est contenue dans les océans et salée, ce qui la rend inutilisable pour l'Homme. Les réserves d'eau douce directement utilisable par l'homme ne constituent que 0,65% de la masse globale d'eau de notre planète), en effet l'eau est devenue ces dernières années un sujet de préoccupation à l'échelle planétaire (BADOT *et al*, 2007).

Les disponibilités en eau en Algérie sont estimées à 17 milliards de m³ par an, pour augmenter les ressources notamment pour l'AEP, on fait recours aux eaux de retenues collinaires destinées initialement à l'agriculture afin de faire face au déficit et de répondre aux besoins sans cesse croissant des consommateurs. Ces eaux ne sont pas directement utilisables mais nécessitent des traitements de potabilisation adéquats.

L'objet de notre travail consiste dans un premier temps à caractériser et évaluer les paramètres physico-chimiques et biologiques des eaux du barrage Takcebt de Tizi Ouzou en vue de leurs potabilisation. Dans un second lieu à suivre les étapes et les processus de traitements au niveau de la station monobloc de Tizi Ouzou en se basant sur l'évolution des différents paramètres physico-chimique et bactériologique. Puis, en dernière partie proposer des recommandations afin d'améliorer le processus de traitement.

Notre travail est subdivisé en trois chapitres le premier traite des généralités sur les eaux naturelles et le problème de la pollution qui menace la qualité de ces eaux ,le deuxième expose les différents paramètres de qualité des eaux potables et procédés de traitements des eaux de surface, en dernier la partie expérimentale porté sur l'établissement des résultats des analyses de qualité tant pour l'eau brute que l'eau traitée de la station monobloc de Taksebt et enfin, nous terminons notre étude par une conclusion générale où sont récapitulés les principaux résultats obtenus.

Chapitre I

Généralités sur les eaux naturelles

Introduction :

Devant Les besoins en eau douce qui ne cessent de croître et vu l'impossibilité de se contenter seulement des ressources naturelles, le recours aux eaux non conventionnelles épurées et traitées devient une alternative incontournable afin de garantir la satisfaction des besoins en eau des populations, particulièrement, dans les pays aride et semi aride (Devaux, 1999 ; Ecosse, 2001).

Si les réserves conventionnelles d'eau douce exploitable sont déjà limitées, il faut également considérer qu'un certain nombre de facteurs menacent sa qualité et participent à sa pollution, réduisant ainsi les volumes disponibles nécessaire aux différents usages à savoir la consommation, l'agriculture et l'industrie.

I-1. Les principales sources d'eau naturelles**I-1-1. Eaux atmosphériques**

Elles se trouvent essentiellement sous la forme gazeuse, en moyenne, seulement 4% sous forme liquide ou solide au sein des nuages. L'eau atmosphérique est généralement précipitée sous forme d'eau de pluie qui est constituée de particules liquides dont le diamètre est de l'ordre de 0,5 à 3 mm (jusqu'à 7mm dans le cas d'averses), mais, en fait, il faut environ un million de microgouttelettes pour créer une goutte de pluie (COSANDEY *et al*, 2003).

I-1-2. Eaux de surface:

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine :

- Soit des eaux de ruissellement(eau de rivière), sont des cours d'eaux qui s'écoulent dans un lit naturel et sont alimenté par des eaux de surface ou des eaux souterraines (ASSOULINE, 2007). La qualité des eaux de la partie amont d'une rivière diffère de celle de la partie aval.
- Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (lacs) : qui sont des réservoirs naturels de décantation, alimentés par les eaux de pluie, les eaux de

surface (fleuves, rivières, ruissellement de surface) et les eaux souterraines dont la période de rétention est longue.

- Aussi peuvent se trouver stockées en réserves artificielles (barrages): faite avec de construction de terre ou de béton destinée à barrer un cours d'eau afin de constituer une retenue hydraulique destinée à divers usages: régularisation du cours afin de prévenir des inondations catastrophiques, production d'hydroélectricité et/ou irrigation (RAMADE, 1998).
- La mer représente 70% de la surface du globe dit terrestre. Son volume est de 1300 millions de Km^3 (GAUJOUS, 1995). Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Elles sont caractérisées par leurs concentrations en sels dissous appelées leur salinité. La salinité de la plupart des eaux de mer est de 33 000 à 37 000 mg/l

I-1-3. Eaux souterraines:

Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles forment de grands réservoirs naturels dénommés aquifères (CARDOT, 1999).

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution, c'est pour cela que les caractéristiques de ces eaux varient très peu dans le temps (DEGREMONT, 2005).

On trouve :

- Les nappes : on distingue deux catégories principales: les nappes libres sont directement alimentées par les eaux de ruissellement, très sensibles à la pollution, elles sont à l'origine des sources et des forages (LOUP J, 1974). Et les nappes captives qui sont emprisonnées entre deux couches de terrains imperméables les nappes de ce type sont les plus fréquents et généralement les plus profondes.
- Les puits sont des forages creusés verticalement dans le sol pour atteindre la nappe phréatique afin de disposer d'eau à des fins domestiques ou agricoles.

- Les sources résultent, pour l'immense majorité d'entre elles, de la sortie, à l'air libre, de l'eau en provenance d'une nappe phréatique ; plus rarement d'une nappe profonde ; quelques résurgences d'eau karstique sont aussi appelées sources. Une eau de source est une eau d'origine souterraine microbiologiquement saine et protégée contre le risque de pollution, apte à la consommation humaine sans autre traitement que décantation, filtration et/ou aération et/ou adjonction de gaz carbonique (GROSCLAUDE et COORD, 1999).

I-2. Pollution des eaux naturelles:

I-2-1. Définition de la pollution:

Dans son acception la plus générale, le terme pollution désigne toute modification du milieu naturel qui s'exerce dans un sens défavorable sous l'effet des activités humaines (DEGREMENT, 2005).

Selon l'article 98 de la loi N° 96-13 du 15 juin 1996 portant code des eaux « la pollution s'entend comme une modification nocive des propriétés physiques, chimiques et biologiques des eaux produites directement ou indirectement par des activités humaines les rendant impropres à l'utilisation normale établie ».

I-2-2. Types de pollution:

On peut distinguer plusieurs catégories de pollution des eaux selon la nature et les usages des polluants qui sont à l'origine de ces pollutions (RAMADE, 1998).

a. Pollution mécanique:

Elle est le fait de substances non solubles qu'elles soient de natures minérale ou organique. Elle se traduit par une augmentation de la turbidité, une diminution de la transparence, de mauvaises odeurs dues à l'environnement et l'eutrophisation des milieux récepteurs. Elle peut aussi être provoquée par les remous de dragage du fond aquatique: passage de bateaux, travaux dans le lit des cours d'eau, micro-centrales ou autre changement de débit du cours d'eau (orage, érosion de rives) (COURT, 1986).

b. Pollution physique:**b-1. Pollution thermique:**

Cette pollution est due aux rejets d'eaux de refroidissement de certaines industries (sidérurgies, raffineries) et surtout des centrales thermiques ou nucléaires qui provoquent une élévation locale, mais non négligeable, de la température (FERAT .Z et al,2009).

En aval d'une installation industrielle, l'eau d'une rivière peut avoir une température plus élevée de 10 à 15°C que celle de l'eau en amont. Ceci entraîne une quantité d'oxygène dissous plus faible qui est parfois à l'origine de la mort de nombreux poissons, de perturbations dans la vie aquatique animale ou végétale provoquant, par exemple, des éclosions trop rapides des œufs de certains poissons. Même si certains complexes industriels adaptent des tours de refroidissement, des récupérateurs de chaleur... le problème de la pollution thermique n'est pas encore résolu (PERES J-M. et FONTAINE M, 1976 ; DEFRANSCHI, 1996).

b-2. Pollution radioactive:

La présence de radionucléides dans le milieu aquatique à une double origine: d'une part une origine naturelle due à l'action des rayons cosmiques et à la présence de radioéléments dans le sol et l'air, d'autre part une origine artificielle due aux retombées des expériences nucléaires et à la production d'énergie nucléaire en vue d'utilisations industrielles et médicales (VILAGINES, 2003).

La particularité de cette pollution est qu'elle n'est pas perceptible par l'observation humaine quotidienne et que son effet est différé dans le temps. Un exemple suffit à s'en persuader. Le strontium 90 est très semblable au calcium; si une eau est contaminée au strontium, les végétaux des pâturages puis les vaches sont contaminées et en fin l'homme, le strontium se localisant dans les os et la moelle et empêchant la formation des cellules sanguines (DEFRANSCHI, 1996).

c. Pollution chimique:

c-1. Pollution par les pesticides:

D'une façon générale, on dénomme «pesticides » des composés chimiques organiques qui, par leurs propriétés toxicologiques, permettent de contrôler le développement d'animaux ou de plantes considérés, par l'homme, comme nuisibles. Les pesticides peuvent se disposer dans l'atmosphère au moment où ils sont répandus, puis par évaporation à partir des plantes ou du sol ou par envol du sol (sous l'action des vents) sur lesquels sont répandus; ils passent ensuite dans l'eau de drainage (DEFRANSCHI, 1996).

Dans le cas du DDT, il a été démontré que la présence de la molécule dans les eaux de ruissellement pouvait encore être détectée dix ans après l'application d'un seul épandage (LEVEQUE, 1996).

c-2. Pollution par les métaux lourds:

Diverses activités humaines, sont responsables de la pollution métallique: les insecticides et fongicides, l'électronique, l'électricité, l'automobile etc. Le problème essentiel lié à cette pollution est que les métaux ne sont pas biodégradables (DEFRANCESCHI, 1996).

On se préoccupe aujourd'hui davantage de l'apparition de pollutions dues au mercure, à l'arsenic, au cadmium, au plomb et au chrome. Certains auteurs considèrent qu'à actuellement l'arsenic constitue le principal risque lié à l'ingestion d'eaux au niveau mondial. Contrairement à la quasi-totalité des métaux lourds, l'arsenic est soluble à toutes les valeurs de pH existant dans les eaux (ATTEIA, 2005).

c-3. Pollution par les détergents:

La pollution par les détergents est apparue avec le développement des produits de ménagère et de l'industriel (FERAT .Z et al,2009).Les détergents n'étaient pas détruits par des microorganismes et étaient, en conséquence, responsables de la pollution de bien des plans d'eau qui se transformaient en gigantesques bains moussants. La présence de phosphates dans les détergents est une source importante de pollution, les phosphates sont toxiques à forte concentration car ils favorisent la formation d'algues bleues

aérobies. Ces algues fixent le CO_2 et N_2 en présence de lumière et contribue à un enrichissement excessif en matières organiques des eaux; ce phénomène porte le nom d'eutrophisation (DEFRANCESCHI, 1996).

c-4. Pollution par les pluies acides:

L'acidification des pluies résulte essentiellement de la pollution de l'air par de l'anhydride sulfureux et d'oxydes d'azote provenant de divers activités industrielles. Dans l'atmosphère, ces gaz sont oxydés et convertis respectivement en acide sulfurique et nitrique ce qui contribue à acidifier les précipitations. Ces pluies acides causent des dommages aux forêts et acidifient le système aquatique (LEVÊQUE, 1996).

d. Pollution biologique:

La pollution biologique, qu'elle soit de nature virale, bactérienne ou parasitaire a plusieurs origines:

- les eaux résiduaires urbaines: qui sont très chargées en germes intestinaux, dont beaucoup sont des pathogènes. Dès qu'un effluent, contenant une proportion plus ou moins importante de matières fécales humaines ou animales, pénètre dans un environnement aquatique, les germes pathogènes, et les indicateurs fécaux sont transférés à ce dernier, où ils se diluent ;
- les effluents industriels, agroalimentaires ou papetiers, ont également des charges importantes en pathogènes et en entérobactéries indicatrices, dont les proportions varient fortement selon la nature de l'industrie responsable (HASLAY et LECLERC, 1993).

Ces germes peuvent se révéler nuisibles pour la santé de l'homme de façon directe et immédiate. La contamination humaine a diverses causes: baignade, consommation d'eau ou de produits aquatiques (LEVEQUE, 1996).

e. Pollution organique:

La pollution organique a plusieurs sources: agricole (lisiers), industrielle (tanneries, abattoirs, laiteries, industries agro-alimentaires comme huileries et sucreries, etc.), humaine (déversement direct au cours d'eau, via les égouts, de déchets ménagers divers

et d'excréments). Lorsque les apports sont trop importants, la matière organique excédentaire provoque des dysfonctionnements des cours d'eau et des milieux côtiers. La décomposition s'accompagne, en effet, d'une baisse de la teneur en oxygène dissous, qui conduit parfois à l'asphyxie de la faune en place. Les eaux des rivières privées d'oxygène peuvent également amorcer un processus de fermentation à l'origine d'odeurs putrides (production de méthane et d'hydrogène sulfuré) ou produire des composés toxiques pour la faune aquatique, comme l'ammoniac ou les nitrites (LEVEQUE, 1996).

I-2-3. Les maladies à transmission hydrique (MTH):

Le bilan de mortalités pour l'ensemble des maladies hydriques est de l'ordre de cinq millions de personnes par an, majoritairement des enfants. Prenons les maladies diarrhéiques ; ce sont des infections gastro-intestinales causées par divers organismes bactériens, viraux et parasitaires qui foisonnent dans l'eau contaminée. En 2002, 1,8 million de personnes en sont mortes, en très grande majorité les enfants de moins de 5 ans (ANCTIL, 2008).

Les maladies d'origine hydriques sont des infections, qui sont dues à un agent infectieux, bactérie, virus, ou protozoaire. La transmission d'une maladie infectieuse fait intervenir un agent infectieux, un sujet réceptif, et une voie d'introduction. Dans le cas des infections d'origine hydrique, les agents responsables qui ont contaminé l'eau proviennent des individus malades, des porteurs sains, ou des animaux, qu'on appelle communément des réservoirs de germes (HASLAY et LECLERC, 1993).

Conclusion :

On peut retenir que Les eaux de surface sont plus vulnérable face aux devers pétillants (physique, chimique, organique , biologique) que les eaux souterraines. De ce fait , elles ne peuvent pas être utilisées directement pour les besoins de consommation ; elles doivent subir un traitement particulier qui permet leur potabilisation.

Chapitre II

Paramètres de qualité des eaux potables et traitement des eaux de surface

Introduction:

Rien de plus simple et de plus habituel que d'ouvrir un robinet pour avoir de l'eau. Pourtant on ne pense pas toujours que, derrière ce geste banal, se cache la mise en œuvre de moyens et technologies complexes. En effet, les eaux captées dans la nature ne présentent souvent pas les qualités physiques, chimiques et biologiques désirables à la consommation. Les eaux de surface, qui sont mobilisées au moyen de barrages, de retenues et de prise d'eau en rivière, représentent la majeure partie des ressources en eau disponibles. De ce fait, elles sont pratiquement les sources principales d'alimentation en eau brute des usines d'eau potable.

Ces eaux de surface se caractérisent aussi bien par des variations de la qualité de l'eau brute que par des variations des flux d'eau à traiter. Une grande variété de familles de substances organiques et inorganiques peuvent être présentes dans les eaux parmi lesquelles seront distinguées :

- les substances chimiques dont la présence dans l'eau de boisson revêt une importance sanitaire ;
- les substances chimiques sans incidence sur la santé au niveau de concentrations normalement présent dans l'eau de boisson ;
- les substances et paramètres de l'eau de boisson qui peuvent donner lieu à des plaintes de la part des consommateurs ;
- les paramètres microbiologiques.

La conception d'une filière de traitement doit donc prendre en considération tous ces paramètres afin d'aboutir à une eau traitée respectant les normes en vigueur et tenir également compte des variations de la qualité d'eau brute.

II-1. Définition des objectifs exacts du traitement:

Ceux-ci peuvent être répartis en trois 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 ;
- l'agrément du consommateur, qui est différent du premier point car une eau peut être agréable à boire tout en étant dangereuse (source polluée...) il s'agit des qualités organoleptiques, c'est-à-dire ce qui est perçu par les sens olfactifs de l'homme à savoir couleur, odeur et goût ;

- la protection du réseau de distribution, et aussi des installations des usagers (robinetteries, chauffe-eau,...) contre l'entartage et/ou la corrosion (KETTAB, 1992).

II-2. Les paramètres globaux de la qualité des eaux:

L'eau destinée à la consommation humaine doit répondre aux règlements généraux d'hygiène et à toutes les mesures propres à préserver la santé de l'homme (REJSEK, 2002).

II-2-1. Paramètres organoleptiques:

II-2-1-1. Couleur:

La couleur d'une eau est due généralement à des substances humiques ou fulviques provenant de la décomposition de la matière végétale, des algues pouvant donner une coloration variable en fonction des pigments qu'elles contiennent, des substances minérales, en particulier le fer et le manganèse, dont les formes précipitées sont colorées et des rejets industriels, par exemple de teinturerie, pouvant aussi colorer l'eau (REJSEK, 2002).

Pour l'eau domestique, la couleur est indésirable pour des raisons d'esthétique et aussi parce que cela risque de colorer les habits, la nourriture ou le matériel (DUGUET *et al*, 2006).

II-2-1-2. Odeur et saveur:

La saveur et l'odeur d'une eau sont dues à la combinaison de nombreux facteurs qui sont:

- les sels minéraux contenus dans les eaux brutes, peuvent être, en fonction de leur concentration, responsables du goût ;
- l'activité biologique dans les eaux brutes (algues) est responsable de l'apparition de goûts et odeurs désagréables (descripteurs fréquents: moisi, vase, terre, poisson, herbes) ;
- l'activité bactériologique peut également être responsable de la production de goûts et odeurs (exemple: les bactéries sulfito-réductrices donnant de l'hydrogène sulfuré ayant une odeur d'œuf pourri) ;
- certaines molécules relarguées par la canalisation, les revêtements de réservoirs ou celles qui ont diffusé au travers des canalisations synthétiques telles que les hydrocarbures ou les solvants, peuvent être, pour certaines d'entre elles, très odorantes et donnent donc du «goût» aux eaux (DUGUET *et al*, 2006).

II-2-1-3. Turbidité:

C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée dans les eaux, par la présence de matières en suspension fines comme les argiles, les limons, les grains de silice et les micro-organismes. Une faible part de

la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale (REJSEK, 2002).

Une turbidité trop importante provoque un rejet de la part de l'utilisateur, elle doit aussi être éliminée pour d'autres raisons:

- permettre une bonne désinfection de l'eau ;
- éliminer les polluants adsorbés sur les matières en suspension (métaux lourds...) ;
- éviter tout dépôt dans les réseaux de distribution (DEGREMONT, 2005).

La turbidité n'est pas un paramètre sanitaire direct. Cependant, suivant le type d'eau, elle peut être un indicateur de risque microbiologique (DUGUET *et al*, 2006).

II-2-2. Paramètres physico-chimiques:

II-2-2-1. Température:

Il est 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, dans la détermination du pH et pour la connaissance de l'origine de l'eau. De plus la vitesse des réactions chimiques et biochimiques varie en fonction de la température de l'eau. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde (RODIER *et al*, 2005).

II-2-2-2. pH:

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité: à pH 7 une eau est dite neutre, à un pH inférieur à 7 une eau est dite acide et à un pH supérieur à 7, elle est dite basique. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés, il varie habituellement entre 7,2 et 7,6 (RODIER *et al*, 2005). Ainsi, une eau de surface peut avoir un pH variable selon les saisons en raison de différents événements (développement algal, décomposition de végétaux...) qui induisent l'apparition ou la consommation de CO₂. Divers industries, chimiques notamment, peuvent être responsables de l'acidification ou de la basification de cours d'eau (DUGUET *et al*, 2006).

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. Il intervient dans ces phénomènes complexes avec d'autres paramètres comme la dureté, le dioxyde de carbone, l'alcalinité et la température. Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux des canalisations avec entrainement de plomb par exemple. Un pH élevé peut conduire à des dépôts incrustants dans les circuits de distribution.

De plus, au dessus de pH 8, il y a une diminution progressive de l'efficacité de la décantation microbienne par le chlore. Par ailleurs, la chloration diminue le pH (RODIER *et al*, 2005).

II-2-2-3. Alcalinité:

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'hydrogénocarbonates (HCO_3^-), de carbonates (CO_3^{2-}), d'ions hydroxydes (OH^-) et d'une façon plus limitée, aux ions silicates (HSiO_3^{2-}), phosphates (PO_3^{4-}) ou encore aux espèces moléculaires des acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité, exprimée en HCO_3^- , varie de 10 à 350 mg/l (RODIER *et al*, 2005). La norme ISO 9963 définit différents types d'alcalinité:

- **Le titre alcalimétrique complet (TAC):** qui correspond à l'alcalinité totale, ce qui revient à déterminer les ions HCO_3^- , CO_3^{2-} , OH^- ;

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

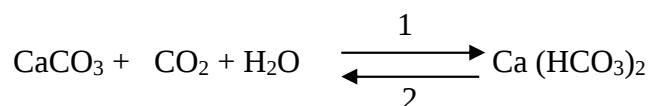
- **Le titre alcalimétrique (TA):** qui correspond à l'alcalinité entraînée par les ions OH^- et à la moitié des ions CO_3^{2-} ;

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

(REJSEK, 2002 ; DUGUET *et al*, 2006).

II-2-2-4. Equilibre calco-carbonique:

La réaction chimique prépondérante est la suivante:



L'équilibre entre le carbonate de calcium et le bicarbonate de calcium est fonction de la teneur en CO_2 dans l'eau définie comme concentration en CO_2 équilibrant. Deux cas peuvent se présenter:

Si la concentration en CO_2 libre est supérieure à celle de CO_2 équilibrant, le sens (1) est prédominant en vertu de la loi de l'action de masse. Le CO_2 excédentaire attaque la couche calcaire présente dans les canalisations. L'eau est donc agressive. Dans le cas contraire, le manque de dioxyde de carbone favorise le sens (2). Une partie de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ se dépose en calcaire et augmente la teneur en CO_2 libre. L'eau est entartrante ou incrustante (CARDOT, 1999 ; DEGREMONT, 2005).

II-2-2-5. Dureté:

La dureté d'une eau exprimait l'aptitude de cette eau à réagir et à faire mousser du savon. A l'heure actuelle, on appelle dureté ou titre hydrotimétrique (TH) la somme des cations

zalcalino-terreux présents dans une eau. En pratique, on ne considère que les cations dont les concentrations sont supérieures à 1mg/l, c'est le cas des ions calcium et magnésium. Ces ions sont présents dans l'eau sous forme de sels de chlorure, de sulfates ou d'hydrogénocarbonates (REJSEK, 2002). Dans l'eau sont déterminés:

- **la dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH):** qui est la somme des concentrations calcique et magnésienne ;

$$TH = TCa + TMg$$

- **la dureté calcique:** qui correspond à la teneur globale en sels de calcium ;

$$TCa = [Ca^{2+}] \text{ exprimé en degré français (°F).}$$

- **la dureté magnésienne:** qui correspond à la teneur globale en sels de magnésium ;

$$TMg = [Mg^{2+}] \text{ exprimé en degré français (°F).}$$

- **la dureté carbonatée:** qui correspond à la teneur en hydrogénocarbonate et carbonate de calcium et de magnésium. Elle est égale au TAC si le TH est supérieur au TAC et au TH, si le TAC est supérieur au TH ;
- **la dureté permanente ou non carbonatée (P):** qui correspond à la dureté qui persiste après ébullition de l'eau. Elle représente la teneur en sulfates et chlorures de calcium et de magnésium. Elle est égale à TH-TAC à condition que l'eau ne renferme pas de bicarbonate de sodium ;
- **la dureté temporaire:** qui n'est autre que la différence entre la dureté totale et la dureté permanente TH-P (RODIER *et al*, 2005).

II-2-2-6. Conductivité:

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. La température et la viscosité influent également sur la conductivité car la mobilité des ions augmente avec l'augmentation de température et diminue avec celle de la viscosité.

La conductivité s'exprime en Siemens par centimètre et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre ; elle peut être calculée par l'équation suivante:

$$\text{Conductivité} = 1/R \cdot L/S$$

R est la résistance de la colonne d'eau en ohms.

S est la section de la colonne en cm².

L est la longueur de la colonne en cm.

$1/R$ est appelée la conductance G exprimée en siemens.

L/S , ou K , représente la constante de la cellule de l'élément de mesure, exprimée en cm^{-1} (REJSEK, 2002).

Pour les eaux, l'unité employée est le micro Siemens par centimètre: $1 \text{ S/cm} = 10^6 \mu\text{S/cm}$. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et suivre l'évolution. Le tableau V donne une relation entre la conductivité et la minéralisation des eaux naturelles:

Tableau V: Relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité mesurée (REJSEK, 2002).

Conductivité en $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation de l'eau
< 100	Très faible
Entre 100 et 200	Faible
Entre 200 et 333	Moyenne
Entre 333 et 666	Moyenne accentuée
Entre 666 et 1000	Importante
> 1000	Elevée

La conductivité est une mesure simple permettant de vérifier l'efficacité et la stabilité d'un traitement de déminéralisation ou de minéralisation. Une conductivité élevée traduit, soit des pH anormaux, soit le plus souvent une salinité élevée, celle-ci pouvant être naturelle ou due à des rejets salins (DUGUET *et al*, 2006).

II-2-2-7. Chlorure (Cl^-):

Très répandus dans la nature, généralement sous forme de NaCl , KCl ou CaCl_2 , les chlorures présents dans une eau peuvent avoir plusieurs origines:

- percolation de l'eau au travers de terrains salés ;
- infiltration d'eaux marines dans la nappes souterraines, de manière naturelle ou par intervention humaine par pompage excessif ;
- rejets humains, en particulier d'urine ;
- industries extractives comme des mines de potasse ou des salines.

Les teneurs rencontrées dans les eaux naturelles sont généralement de 10 à 20 mg/l mais peuvent atteindre des valeurs plus importantes en contact de certaines formations géologiques (REJSEK, 2002).

Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau à partir de 250 mg/l , surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium. Ils sont aussi susceptibles

d'amener une corrosion dans les canalisations et les réservoirs, en particulier pour les éléments en acier inoxydable, pour lesquels les risques s'accroissent à partir de 50 mg/l (RODIER *et al*, 2005).

II-2-2-8. Matière en suspension (MES):

La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau (sables, particules organiques, plancton, etc.) ; elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, des travaux, des rejets, etc. On distingue les matières décantables, qui se séparent de l'eau par gravité, des matières colloïdales séparées par coagulation (RODIER *et al*, 2005).

L'abondance des matières en suspension dans l'eau réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau. Dans le même temps, elle entraîne une chute en oxygène dissous en freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la réaération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène (DUGUET *et al*, 2006).

II-2-2-9. Minéralisation globale:

La minéralisation est fonction de la géologie des terrains traversés. Les concentrations en résidus secs sont faibles lorsqu'il s'agit de roches granitiques, de sables siliceux et plus élevées dans le cas de roches sédimentaires.

Les eaux très minéralisées, du fait de leur teneur en sodium, en calcium, en magnésium, en chlorures, en sulfates et en hydrogénocarbonates, semblent bien contribuer à l'homéostasie de l'homme et surtout de l'enfant ; cependant, elles peuvent poser des problèmes endocriniens très complexes (RODIER *et al*, 2005).

II-2-2-10. Sodium (Na^+):

Il existe dans la totalité des eaux car la solubilité de ses sels est très élevée. Des teneurs anormalement élevées peuvent provenir d'apports industriels, du lessivage ou de la percolation de terrains salés et d'infiltrations d'eaux saumâtres. Ces eaux sont à proscrire pour les personnes atteintes de troubles cardiaques, vasculaires ou rénaux (DUGUET *et al*, 2006).

II-2-2-11. Potassium (K^+):

Le potassium est un élément normal des eaux, où sa concentration est largement inférieure à celle du sodium, bien que leurs abondances relatives terrestres soient comparables (sodium 2,83 %, potassium 2,59 %) (DUGUET *et al*, 2006).

Certains rejets industriels, en particulier de mines de potasse et d'usines d'engrais, peuvent entraîner dans l'eau des quantités de potassium relativement importantes (RODIER *et al*, 2005). Excepté une action purgative pour une ingestion d'eau à plus de 1000 mg/l en K, ce cation est jugé sans effet physiologique sur l'homme. Le seuil de perception au goût est variable suivant les individus. Il se situe environ de 340 mg/l de KCl (DUGUET *et al*, 2006).

II-2-2-12. Sulfate (SO_4^{2-}):

Composés naturels des eaux, ils sont liés aux cations majeurs: calcium, potassium et sodium et ils proviennent essentiellement de la dissolution de gypse ($\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$). Il est difficile de préciser les origines artificielles des sulfates vu leur importance dans l'industrie. On peut toutefois citer comme sources prépondérantes: les tanneries, l'industrie papetière, les textiles et les usines de phosphogypse, etc. Les teneurs en sulfates des eaux sont variables mais ne dépassent pas le gramme par litre. Bien que des teneurs élevées en sulfates ne soient dangereuses, elles peuvent occasionner des troubles diarrhéiques notamment chez les enfants. (GRAINDORGE J et LANDOT E, 2005).

II-2-3. Les paramètres indésirables:

II-2-3-1. Aluminium (Al^{3+}):

L'aluminium, très répandu sur la terre, il vient par ordre d'importance après l'oxygène et le silicium. Lorsqu'il est en solution et en milieu acide, il existe sous forme d' Al^{3+} , dans une solution dont on élève le pH progressivement, il précipite sous forme de trihydroxyde $\text{Al}(\text{OH})_3$ qui se dissout sous forme d'aluminate AlO_2^- (RODIER *et al*, 2005). A des concentrations supérieures à 30 $\mu\text{g/l}$ en aluminium, l'eau peut être considérée comme dangereuse lorsqu'elle est utilisée pour la dialyse rénale (VILAGINES, 2003).

II-2-3-2. Fer (Fe):

Le fer contenu dans les eaux superficielles peut avoir une origine tellurique, mais, le plus souvent, il provient de lessivage de terrain et de pollutions minières ou métallurgiques. Dans les eaux superficielles, plus aérées, le fer va se retrouver sous forme ferrique et précipite sous forme d'hydroxyde ferrique $\text{Fe}(\text{OH})_3$; il sera donc associé aux matières en suspension. Dans les eaux souterraines, plus réductrices, le fer va se retrouver sous forme ferreuse Fe^{2+} qui est soluble. Il existe une autre forme de fer soluble qui est le fer complexé. Les complexes formés peuvent être d'origine minérale avec de la silice ou d'origine organique avec des acides humiques ou fulviques (REJSEK, 2002).

Indépendamment d'une saveur désagréable pouvant être perçue à partir de 0,05 mg/l, le fer développe dans l'eau une turbidité rougeâtre peu engageante pour le consommateur. Enfin, les eaux ferrugineuses ont l'inconvénient de tacher le linge. Il existe certaines bactéries très avides de fer: ces ferrobactéries se fixent sur les parois des canalisations et entraînent des phénomènes de corrosion avec formation de concrétions volumineuses et dures (RODIER *et al*, 2005).

II-2-3-3. Cuivre (Cu):

Le cuivre peut se rencontrer dans certaines eaux naturelles généralement à des teneurs inférieures à 1mg/l sous forme ionique ou de complexes (cyanures, ammoniacale, produits organiques, etc.). En dehors de pollutions industrielles ou de traitements agricoles, ce métal provient habituellement de la corrosion des tuyauteries de distribution, plus rarement il constitue le résidu d'un traitement des algues par les sels de cuivre (GRAINDORGE J et LANDOT E, 2005).

Avec certaines eaux douces, des concentrations voisines de 0,5 mg/l peuvent colorer le linge, la porcelaine des éviers et donner un noircissement à certaines denrées alimentaires après cuisson (asperges, champignons, etc.) (RODIER *et al*, 2005).

II-2-3-4. Manganèse (Mn²⁺):

Le manganèse présent dans l'eau peut s'y trouver à l'état soluble ou en suspension ou en sous forme de complexes ; sa solubilité dépend du pH, de l'oxygène dissous, de la présence d'agents complexants. Il provient du contact entre le sol et l'eau, de la décomposition des végétaux qui contiennent entre 0.4 et 0.04 % de leur poids en manganèse (forme complexée), du métabolisme de certaines bactéries et de l'industrie (sidérurgique, minière, chimique et de la céramique) (DUGUET *et al*, 2006).

Au point de vue gustatif, le manganèse peut donner un goût désagréable à l'eau. Par ailleurs, même à des doses faibles (0,02 mg/l), il est susceptible de former une couche noire sur les canalisations qui lorsqu'elle se détache donne un aspect peu engageant à l'eau. Au point de vue domestique, il présente l'inconvénient, même en quantités faibles, de tacher l'émail et le linge. Dans les stations de traitements des eaux, il favorise la croissance de bactéries du groupe des sidérobactériales (*Gallionella*) perturbant le fonctionnement des filtres à sable et pouvant amener la formation de dépôts dans les canalisations (RODIER *et al*, 2005).

II-2-3-5. Zinc (Zn²⁺):

D'une façon générale, les eaux à pH faible ont des teneurs en zinc plus importantes. La présence de zinc dans les eaux de surface doit être rattachée à des activités industrielles. Par contre, le zinc retrouvé dans les eaux de distribution à des teneurs pouvant dépasser 1mg/l provient généralement des canalisations de laiton ou de fer galvanisé, attaquées par les eaux agressives ou riches en chlorures et sulfates (RODIER *et al*, 2005).

II-2-4. Les paramètres de toxicité:

II-2-4-1. Arsenic (As):

Il est présent à concentration faible dans les eaux de surface. Sa présence dans l'environnement et par voie de conséquence dans l'eau est à relier à certain nombre de pollutions: utilisation d'engrais phosphatés, d'herbicides, d'insecticides et de détergents (les eaux de blanchisserie peuvent en contenir quelques microgrammes par litre), combustion de charbon ou de déchets, dépôts de résidus industriels, traitement de minerais arsenicaux (cuivre...), etc (RODIER *et al*, 2005).

On leur a associé des intoxications humaines endémiques caractérisées essentiellement par une mélanodermie du pied et une sclérose des membres inférieurs. Sachant par ailleurs que l'arsenic est doué de propriétés cancérigènes, il convient donc d'en limiter les rejets dans les eaux (VILAGINES, 2003).

II-2-4-2. Cadmium (Cd):

D'une façon générale, les eaux ne contiennent que quelques microgrammes de cadmium par litre. Lorsque des teneurs plus élevées sont rencontrées dans les eaux superficielles ou les eaux de nappes phréatiques, l'origine du cadmium doit être recherchée dans les effluents industriels (galvanoplastie, en particulier). Le cadmium peut aussi être entraîné par les pluies à partir des fumées industrielles. Il peut aussi provenir de sa dissolution à partir de certaines canalisations galvanisées ou en matière plastique. De plus, la présence de cadmium comme contaminant dans les engrais et les boues des stations d'épuration utilisées en agriculture peut contribuer à un accroissement de la pollution des eaux (RODIER *et al*, 2005).

Le cadmium s'accumule principalement dans le foie et dans les reins entraînant à long terme des atteintes rénales, un ralentissement de l'élimination urinaire et d'éventuels effets hypertensifs (VILAGINES, 2003).

II-2-4-3. Mercure (Hg):

Le mercure total inclut le mercure minéral (Hg) sous tous ses degrés d'oxydation et les formes organiques tels que le méthylmercure. Il provient essentiellement des terrains

volcaniques, minéral sulfuré: le cinabre, de l'industrie (peintures, teintures, électrique, instruments de mesure, pharmacie, explosifs...) et de l'utilisation en agriculture des fongicides et des bactéricides (GRAINDORGE J et LANDOT E, 2005). D'une façon générale, dans les eaux douces superficielles, sauf cas de pollution caractérisée, la teneur en mercure peut varier entre 0,1 et 2 µg/l (RODIER *et al*, 2005).

Le mécanisme d'action toxique du mercure et des dérivés industriels n'est pas bien connu. Cependant, il s'agit d'un élément susceptible de modifier la structure et l'activité fonctionnelle des protéines et des acides nucléiques (VILAGINES, 2003).

II-2-4-4. Plomb (Pb):

Certaines eaux de surface peuvent contenir naturellement, suivant la teneur en plomb des minerais contenus dans le sol, des concentrations de l'ordre de 0,2 à 0,6 mg/l de plomb. Généralement, la présence de plomb dans les eaux est due à des rejets d'eaux usées qui proviennent essentiellement des industries d'extraction et de traitement des minerais de plomb, des fabriques de colorants, des fabriques de poudre et d'explosifs, ou à l'action de l'eau sur les canalisations en plomb (GRAINDORGE J et LANDOT E, 2005).

Le plomb est pour l'homme un toxique à effet cumulatif. Les intoxications (saturnisme) sont conditionnées par la longue rétention du plomb dans l'organisme ce qui est fait un poison typiquement cumulatif. A partir d'une dose journalière de 1mg par jour répétée pendant une période suffisamment longue le plomb est susceptible de provoquer des effets nocifs d'autant plus dangereux qu'ils apparaissent en général sans signe d'alarmes (DUGUET *et al*, 2006).

II-2-4-5. Chrome (Cr):

Elément anormale des eaux provenant le plus souvent des sols et des roches, des industries (de métallurgie, de galvanoplastie, de chimie, de cuir, de peintures, de pharmacie, etc) et de l'agriculture (pesticides, insecticides) (DUGUET *et al*, 2006).

Le chrome est plus toxique à l'état hexa valent qu'à l'état trivalent et est en outre suspecté de potentialités carcinogènes à l'état hexa valent. Sa diffusion doit donc faire l'objet d'une surveillance stricte (VILAGINES, 2003).

II-2-5. Les paramètres de pollution organique:

II-2-5-1. Demande biochimique en O₂ (DBO₅):

Les phénomènes d'autoépuration naturelle dans les eaux superficielles résultent de la dégradation des charges organiques polluantes, sous l'action de micro-organismes. Il en

résulte une consommation d'oxygène qui s'exprime par la demande biochimique en oxygène ou DBO₅.

La DBO₅ est définie comme la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai, c'est-à-dire après incubation durant 5 jours, à 20°C et dans l'obscurité, par certaines matières organiques présentes dans l'eau, principalement pour assurer leur dégradation par voie biologique (RODIER *et al*, 2005).

II-2-5-2. Demande chimique en oxygène (DCO):

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières organiques biodégradables ou non biodégradables ainsi que toutes les matières oxydables existant dans l'eau dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau, quelque soit leur origine organique ou minérale (fer ferreux, nitrites, ammonium, sulfures et chlorures) (RODIER *et al*, 2005).

II-2-5-3. Azote ammoniacal:

Dans la plupart des eaux courantes, le pH est compris entre 6,5 et 8,5 et la plus grande partie de l'azote ammoniacal se trouve donc sous forme d'ions ammonium. Ces ions se transforment rapidement en nitrites et en nitrates par oxydation, donc la teneur en azote ammoniacal dans les eaux superficielles est normalement faible (inférieur à 0,2mg/l). Habituellement, les eaux profondes sont pauvres en ammonium ; cependant, celles issues de sols riches en substances humiques ou en fer sont susceptibles de présenter des teneurs de l'ordre de 1 à 3 mg/l. Mais, le plus souvent, cette présence résulte de rejets animaux ou humains et c'est pourquoi elle est considérée comme un signe de contamination d'une eau superficielle ou souterraine (REJSEK, 2002).

II-2-5-4. Nitrite (NO₂⁻):

La présence de nitrites dans une eau brute peut être due soit à une oxydation incomplète de l'ammoniac, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit à une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant. Une eau contenant des nitrites est à considérer comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de la qualité microbiologique (RODIER *et al*, 2005).

Un excès de nitrites dans les eaux de boisson peut provoquer de l'hypotension chez les humains et de méthémoglobinémie chez le nourrisson (DUGUET *et al*, 2006).

II-2-5-5. Nitrate (NO₃⁻):

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique (RODIER *et al*, 2005).

Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3mg/l dans les eaux superficielles et quelques milligrammes par litre dans les eaux souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates par l'usage agricole de fertilisants (engrais minéraux et épandage des déjections animales) et par les rejets d'eaux résiduelles de type urbain et de type industriel. Pour l'organisme humain, ils ne sont pas toxiques directement (sauf à des doses élevées de plusieurs dizaines de grammes) mais leur transformation en nitrites peut provoquer les mêmes troubles que ceux-ci (REJSEK, 2002).

II-2-5-6. Matière organique:

En dehors des pollutions résultant des activités humaines, les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des micro-organismes. Ces produits très complexes sont formés principalement par des substances humiques de masse moléculaire très variable, généralement teintées, à caractère acide et hydrophile. En quantités beaucoup moins importantes, on rencontre des substances dites non humiques constituées principalement par des protéines et acides aminés, polysaccharides, etc (DUGUET *et al*, 2005).

L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goûts qui pourront être exacerbés par la chloration. En sevrant de substrats, elles facilitent le développement des jeunes algues et champignons ou encore conduisent au même résultat en neutralisant les désinfectants utilisés. L'action de ces derniers (ozone et chlore) sur ces matières peut donner naissance à des produits indésirables ou à des produits biodégradables susceptibles de contribuer à la reviviscence de micro-organismes dans les réseaux de distribution. D'une façon générale, une teneur élevée en matières organiques devra toujours faire suspecter une contamination microbienne ou autre (RODIER *et al*, 2005).

II-2-5-7. Phosphate (PO_3^{4-}):

Leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et la décomposition de la matière organique. Des teneurs supérieures à 0,5 mg/l doivent constituer un indice de pollution. Les eaux de surfaces ou de nappes peuvent être contaminées par des rejets industriels (industries agro-alimentaires, ateliers de traitement de surface,

laveries) et domestiques ou par le lessivage des terres cultivées renfermant des engrais phosphatés ou traités par certains pesticides (RODIER *et al*, 2005).

II-2-6. Paramètres bactériologiques:

II-2-6-1. Les germes aérobies revivifiabiles:

Selon la norme NF EN ISO 6222, les germes revivifiabiles, nommés également mésophiles aérobies sont toute bactérie aérobie, levure ou moisissure, capable de former des colonies dans le milieu spécifié à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 68 ± 4 heures, et à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 44 ± 4 heures. Parmi les bactéries cultivant dans les conditions de la norme, on peut distinguer deux catégories différentes sur le plan de l'hygiène:

- les micro-organismes se développant à 22°C qui sont des saprophytes présents naturellement dans l'eau ;
- les microorganismes se développant à 37°C , température du corps humain, qui proviennent de l'homme ou d'animaux à sang chaud. Même s'il ne s'agit pas forcément de germes pathogènes, ils peuvent montrer une contamination de l'eau analysée par des produits animaux, en particulier les matières fécales (REJSEK, 2002).

Ces microorganismes ne présentent pas d'effets directs sur la santé, mais une concentration trop importante peut entraîner des problèmes d'ordre organoleptique et le dénombrement de la flore totale permet d'évaluer la densité bactérienne globale. Une faible valeur est le témoin de l'efficacité du traitement et de l'intégrité du système de distribution (DUGUET *et al*, 2006). Leur nombre est exprimé en nombre d'unités formant colonies par ml d'eau (UFC/ml) (DELARRAS, 2007).

II-2-6-2. Les coliformes:

Sous le terme de « coliformes », est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant à la famille des Enterobacteriaceae. La définition suivante a été adoptée par l'organisation internationale de standardisation (ISO). Le terme « coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaires et de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et de gaz en 48 heures, à des températures de 35 à 37°C (RODIER *et al*, 2005).

Outre les « coliformes totaux », sont également recherchés en bactériologie des eaux les coliformes thermotolérants, encore appelés « coliformes fécaux ». Ces Coliformes thermotolérants ont les mêmes propriétés que les coliformes mais à $42 \pm 2^\circ\text{C}$. Ils

correspondent le plus souvent à *Escherichia coli* (*E. coli*) qui ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à $42 \pm 2^\circ\text{C}$ en utilisant une enzyme appelée β -glucuronidase (DELARRAS, 2007).

Les coliformes sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent dans le tube digestif de l'homme et des animaux à sang chaud où ils représentent moins de 10 % des micro-organismes. Dans l'eau, ils perdent leur viabilité plus lentement que la majorité des bactéries pathogènes intestinales et constituent donc un indicateur de contamination fécale de l'eau de première importance. De plus, leur résistance aux agents désinfectants, est notamment au chlore, est voisine de la résistance des bactéries pathogènes ; ils vont donc constituer de bons indicateurs d'efficacité de traitement (REJSEK, 2002).

II-2-6-3. Streptocoques fécaux:

Selon la norme ISO 7899-2 et la norme NF T 90-416, les Streptocoques sont des bactéries Gram positif, catalase négative, aérobies-anaérobies facultatifs, ils se distinguent par leur forme coccoides, leur mode de groupement en paires ou en chaînettes et leur caractère homofermentaire. Dans ce groupe, les streptocoques fécaux se caractérisent par leur appartenance au groupe sérologique D de Lancefield et par le fait que leur habitat normal étant le tube digestif des animaux à sang chaud, ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à 37°C sur un milieu sélectif à l'azoture de sodium en donnant des colonies caractéristiques et qui de plus hydrolysent l'esculine en 2 heures à 44°C après repiquage d'une colonie sur une gélose biliée à l'esculine et à l'azoture.

L'intérêt de leur recherche en parallèle de la recherche de *E.coli* repose sur leur plus grande capacité à survivre dans les eaux que les *E.coli* (ils peuvent « tracer » une contamination fécale plus ancienne) et sur leur plus grande résistance à la dessiccation ainsi qu'à la chloration (ils peuvent liées à la nature de leur paroi: bactéries Gram positif) (DUGUET *et al*, 2006).

II-2-6-4. Clostridium sulfito-réducteurs:

Selon la norme NF T 90-415, les Clostridium sulfito-réducteurs se présentent sous forme de bacilles Gram positif et qui en se développant à température de $36 \pm 2^\circ\text{C}$ en 24 à 48 heures en gélose profonde de type gélose Tryptose Sulfite Cyclosérine ou Tryptose Sulfite Néomycine ou encore gélose Viande Foie, donnent des colonies caractéristiques qui sont de couleur blanche entourées d'une auréole noire. Cette auréole est le témoin de la réduction du sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire.

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistantes que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, permettrait ainsi de déceler une pollution fécale ancienne (RODIER *et al*, 2005). Les spores de ces bactéries peuvent survivre dans l'eau beaucoup plus longtemps que les coliformes et sont résistants à la chloration. Leur présence dans les eaux désinfectées peut donc indiquer que le traitement, en particulier de clarification ou de filtration, est déficient (DUGUET *et al*, 2006).

II-2-6-5. Salmonelles:

Selon la norme NF EN ISO 9308–1 (2000), on entend par *Salmonella*, des bactéries qui se présentent sous forme de bacilles Gram négatif et qui en se développant à température de $36 \pm 2^\circ\text{C}$ en 24 à 48 heures, sur milieu Hektoen, forment de petites colonies, lisses à contours réguliers, pigmentées en vert ou en bleu vert à centre noir.

Le genre *Salmonella* contient plusieurs sérotypes pathogènes pour l'humain et les animaux. Les animaux domestiques et sauvages sont des réservoirs des salmonelles. Les humains également agissent comme réservoir lorsqu'ils sont en convalescence ou lorsqu'ils sont victimes d'une infection asymptomatique. Des porteurs chroniques se trouvent parmi les oiseaux et les animaux, mais rarement parmi les humains. Plusieurs sérotypes de *Salmonella* sont largement distribués dans la nature et associés aux matières fécales des animaux (CANTIN *et al*, 2007)

II-3. Différents procédés de traitement des eaux de surface:

Une filière de traitement mettra en œuvre des procédés d'élimination de la pollution particulaire (matières en suspension minérale et organique en particulier les microorganismes), des procédés d'élimination des substances dissoutes par des mécanismes physico-chimiques ou bien biologiques (DUGUET *et al*, 2006).

II-3-1. Prétraitements:

Dans le processus de traitement des eaux, les prétraitements représentent la première phase. Ils servent à soulager le traitement (élimination des particules les plus grossières et indésirables comme le plancton, des gaz en excès...) et à protéger les ouvrages de sables-limons, des algues et de la corrosion (KETTAB, 1992).

Une station de traitement peut comporter une ou plusieurs de ces opérations, suivant son importance et la qualité de l'eau brute:

II-3-1-1. Dégrossissage:

Ayant pour but d'éliminer les matières de grandes dimensions susceptibles de gêner la mise en œuvre des autres traitements. Il peut comporter:

-Dégrillage

-Macro tamisage.

- Dessablage.

-Débourbage : C'est une pré-décantation dont le but est d'éliminer les sables fins et le plus possible de limons.

- Micro tamisage.

Le micro tamisage : est une opération destinée à faire passer un liquide contenant des impuretés à travers une toile de fils ou de fibres ou à travers une membrane poreuse.

. Dégraissage et déshuilage.

II-3-1-2. Aération:

En prétraitement, l'aération est utilisée pour éliminer les gaz indésirables de l'eau, à savoir le gaz carbonique et l'hydrogène sulfuré qui sont tous deux corrosifs. L'aération intervient également dans l'élimination du fer, du manganèse combinée dans ce cas avec un traitement chimique. En eau potable, l'aération est utilisée pour éliminer certains goûts et certaines odeurs (DEGREMONT, 2005).

II-3-1-3. Pré chloration La pré chloration a pour but d'oxyder totalement l'ammoniaque et les autres matières oxydables, et permet l'amélioration de la floculation et de la décantation. L'injection de chlore en prétraitement permet aussi d'éviter la prolifération algale dans les bassins de décantation ou de filtration (HASLAY et LECLERC, 1993).

II-3-2. Traitements physico-chimiques:

II-3-2-1. Clarification:

La clarification désigne un ensemble de procédés de traitement constitué par les étapes de coagulation, floculation, décantation ou flottation et filtration, et qui couplées ou non, permettent l'élimination des matières en suspension et des matières colloïdales présentes dans les eaux de surface (DUGUET *et al*, 2006).

II-3-2-1-1. Coagulation-floculation:

La couleur et la turbidité d'une eau de surface sont dues à la présence de particules de très faible diamètre: les colloïdes. Leur élimination ne peut se baser sur la simple décantation. En effet, leur vitesse de sédimentation est extrêmement faible. Le temps nécessaire pour parcourir 1m en chute libre peut être de plusieurs années (CARDOT, 1999). On ajoute alors

des agents coagulants ou flocculants qui agglomèrent les particules en élément suffisamment importants pour avoir une vitesse de sédimentation suffisante (DUVIVIER, 2006).

II-3-2-1-1-1. Coagulation:

La coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques (DUGUET *et al*, 2006).

a) Théorie de la coagulation:

La stratégie d'élimination des colloïdes passe par l'annulation du potentiel Zêta. En effet, la neutralisation des charges primaires permet d'annuler les forces de répulsion (CARDOT, 1999). On utilise alors la coagulation par voie chimique entre la charge primaire de colloïde et le coagulant ou l'adsorption agrégative:

b) Les coagulants utilisés:

Les coagulants peuvent être minéraux ou organiques. Les coagulants minéraux les plus courants sont:

Les sels d'aluminium: les plus employés sont:

- Sulfate d'aluminium soit cristallisé: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14 \text{ ou } 18 \text{ H}_2\text{O}$, soit liquide: solution à 600 ou 720 g/l de sulfate cristallisé $18\text{H}_2\text{O}$; couramment appelé sulfate d'alumine.
- Chlorure d'alumine: AlCl_3 liquide (efficace mais rare).
- Aluminate de sodium: NaAlO_2 (DEGREMONT, 2005).

Les sels de fer: les plus employés sont:

- le chlorure ferriques sublimé FeCl_3 ou cristallisé $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ et le plus souvent liquide à 600g/l de FeCl_3 .
- les sulfates ferriques cristallisés en poudre $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.
- le sulfate ferreux en poudre $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; se réactif doit être préalablement oxydé ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$), souvent par Cl_2 , pour tout emploi à pH voisin de la neutralité ; par ailleurs, FeSO_4 , sous produit industriel, a rarement la qualité voulue en traitement d'eau potable.

c) Le choix du coagulant:

Pour choisir un coagulant, un certain nombre de paramètres doit être pris en considération à savoir:

- les caractéristiques des eaux brutes tels que: la minéralisation, l'équilibre calco-carbonique et les paramètres physico-chimiques à éliminer (turbidité, couleur, matières organiques).

- les critères économiques tels que les surcoûts dus à l'utilisation des réactifs de neutralisation et/ou reminéralisation (DUGUET *et al*, 2006).
- la vérification de la dose de coagulant à mettre en œuvre passe par le Jar-test (CARDOT, 1999).

d) Les facteurs influençant la coagulation:

- ☞ pH
- ☞ Concentration du coagulant
- ☞ Vitesse et temps d'agitation
- ☞ Température:

II-3-2-1-1-2. Flocculation:

La flocculation a pour objectif de favoriser, par un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qui peut être facilement éliminé par les procédés de décantation ou flottation et de filtration (DUGUET *et al*, 2006).

a) Théorie de flocculation:

Lors du processus de flocculation, les fines particules dispersées sont combinées en agglomérats plus gros qui peuvent être éliminés par la suite. La flocculation est déterminée par le contact entre particule qui conduit à la croissance en taille et à la diminution en nombre des particules en solution (DUGUET *et al*, 2006). On distingue la flocculation péricinétique et la flocculation orthocinétique.

- En cas de flocculation péricinétique, les contacts entre les particules sont causés par le mouvement aléatoire de celles-ci, dit mouvement brownien (KETTAB, 1992);
- La flocculation orthocinétique est provoquée par les mouvements de l'eau. Cette flocculation est fonction du gradient de vitesse conféré au milieu par agitation. Elle est responsable en grande partie du phénomène de flocculation (CARDOT, 1999).

b) Les flocculants utilisés:

Les flocculants sont des composés agissant par pontage. Il s'agit de polymères à haut poids moléculaire présentant des groupes réactionnels de charge inverse de celle de la suspension à traiter. On distingue des flocculants naturels et synthétiques.

II-3-2-1-2. Décantation:

La décantation, procédé qu'on utilise dans pratiquement toutes les usines de traitement des eaux, a pour but d'éliminer les particules en suspension dont la densité est supérieure à

celle de l'eau. Ces particules sont en général des particules de floc ou des particules résultant de la précipitation qui a lieu lors des traitements d'adoucissement ou d'élimination du fer et du manganèse. Les particules s'accumulent au fond du bassin de décantation d'où on les extrait périodiquement. L'eau clarifiée, située près de la surface, est dirigée vers l'unité de filtration (DESJARDINS, 1997).

II-3-2-1-3. Flottation:

Son principe consiste à générer des bulles d'air de petite diamètre qui s'accrochent au floc et vont l'alléger, celui-ci est alors entraîné en surface de l'ouvrage où il s'accumule tandis que l'eau clarifiée est collectée en partie basse.

La flottation est supérieure à la décantation dans le cas de clarification d'eaux de surface peu chargées en matières en suspension, riches en plancton ou en algues et produisant un floc léger décantant mal. La boue accumulée en surface forme le gâteau, il est évacué périodiquement par raclage, avant que l'air ne s'en échappe, ce qui provoquerait la décantation de la boue (DUGUET *et al*, 2006).

II-3-2-1-4. Filtration:

La filtration est un procédé destiné à clarifier un liquide qui contient des matières en suspension présentent à l'origine de l'eau brute ou issu de floculation, en le faisant passer à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire. La rétention de ces particules se déroule à la surface des grains grâce à des forces physiques (liaison Vander Waals). L'espace intergranulaire définit la capacité de rétention de filtre. Une biomasse se développe sur le matériau filtrant, elle peut efficacement réduire le taux d'ammonium de l'eau brute par la nitrification. La filtration permet une élimination correcte des bactéries, de la couleur et de la turbidité (CARDOT, 1999).

II-3-2-2. Désinfection:

La désinfection est un traitement qui permet de détruire ou d'éliminer les micro-organismes pathogènes notamment les bactéries, virus, protozoaires susceptibles de transmettre des maladies. Ce traitement n'inclut pas nécessairement la stérilisation, car une eau potable n'est pas une eau stérile biologiquement par contre elle contient encore des micro-organismes non pathogènes qui ne présentent aucun danger pour la santé (FERAT .Z *et al*, 2009).

a) Choix de désinfectant:

Le choix est fonction de critères techniques (désinfection simple ou poussée) et économiques, et doit répondre aux conditions suivantes:

- Il doit détruire assez rapidement les germes indicateurs de pollution fécale, les germes pathogènes, les virus et les spores quel que soit leur nature et leur quantité ;
- Ajouté à l'eau dans des proportions exigées, il ne doit avoir aucun effet toxique ;
- Le désinfectant doit être peu onéreux, fiable et facile à manipuler;
- Sa concentration dans l'eau doit être déterminée très facilement et très rapidement avec le maximum de précision ;
- Il doit être suffisamment stable dans l'eau afin de conserver dans le temps tout son pouvoir rémanent ;
- Il ne doit pas se désagréger très rapidement, ni s'allier à certains composants de l'eau, ce qui risquerait en fin de compte d'engendrer des combinaisons dont l'effet protecteur est réduit ou nul (DESJARDINS, 1997).

b) Différents types de désinfectant:

A-Désinfection par le chlore et dérivés:

Deux formes principales sont employées en désinfection: le chlore gazeux (Cl_2) et l'hypochlorite principalement de sodium, liquide (NaClO).

a) Actions du chlore sur les composés inorganiques:

- Élimination de l'azote ammoniacal:
- Précipitation du fer
- Précipitation du manganèse
- Oxydation des cyanures:
- Oxydation des nitrites:

b) Action du chlore sur les matières organiques:

Le tableau ci-dessous représente la réaction de chlore sur certains composés organiques:

Tableau VI: Réaction du chlore avec les composés organiques (DUGUET *et al*, 2006).

Composés organiques	Sous produits de chloration
Alcools	Aldéhydes, acides et cétones chlorés
Aldéhydes et cétones	Chlorocétones, chloroforme, chloroacides
Thiols	Disulfures
Sulfures	Sulfoxydes, sulfones
Amines	Chloramines
Aminoacides	Carbonyles, amines, nitriles
Composés aromatiques	Chloroaromatiques

c) Action du chlore sur les micro-organismes:

Le chlore particulièrement sous sa forme acide hypochloreux est un biocide puissant. L'efficacité du chlore en tant que bactéricides est reconnue de même que son action virulicide notable pour l'inactivation des entérovirus pathogènes. En revanche, son effet sur les microorganismes parasites notamment enkystés est négligeable (DEGREMEONT, 2005).

Pour le chlore, le maintien d'un taux de 0,5mg/l de chlore libre, pendant un temps de contact de 30mn, permet d'éliminer les bactéries pathogènes et les virus de la poliomyélite (DUGUET *et al*, 2006).

B-Désinfection par le dioxyde de chlore:

Le dioxyde de chlore est un dioxyde orange de formule ClO_2 , instable, toxique et devient explosif si sa concentration dépasse 10%. Il est très soluble dans l'eau (CARDOT, 1999).

La réaction de sa mise en solution dans l'eau à pH neutre s'écrit:



En milieu basique, ClO_2 se dismute en donnant un chlorite ClO_2^- et un chlorate ClO_3^- :



Le maintien d'un taux de 0,2 mg/l pendant 15mn assure une protection efficace (DUGUET *et al*, 2006).

C-Désinfection par l'ozone:

L'ozone est un gaz bleu instable qui dégage une odeur irritante caractéristique. Il est à la fois un oxydant et un désinfectant puissant (DESJARDINS, 1997).

D-Désinfection par ultraviolet (UV):

La désinfection de l'eau par les rayonnements ultraviolets est un processus photochimique par lequel les photons émis sont absorbés par certains composés biologiques induisant ensuite des modifications biochimiques. Le rayonnement utilisé en traitement de désinfection se situe dans la gamme UVC (200nm – 280nm), qui définit le domaine germicide. Leur effet est maximum pour une longueur d'onde de 253,7 nm, pour les bactéries 260 à 265nm et les parasites et les virus 220nm (DEGREMENT, 2005).

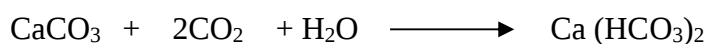
Une dose d'ultraviolet insuffisante peut se traduire par la reviviscence de certains micro-organismes tels que les bactéries et les parasites grâce à certains mécanismes de réparation par l'intervention des enzymes. Ces UV inhibent la réplication de l'ADN en provoquant la dimérisation de base thymine adjacent.

La désinfection se déroule sans aucune adjonction de produits chimiques. Les propriétés physico-chimiques de l'eau sont conservées et aucun sous produit n'est formé. On doit cependant ajouter un résiduel pour éviter une reviviscence ou contamination bactérienne dans les réseaux de distribution car il n'est pas rémanent (CARDOT, 1999).

II-3-2-3. Traitement de neutralisation:

Ce traitement est réservé aux eaux dont le CO₂ libre est en excès. Il se situe en fin de filière pour mettre l'eau à l'équilibre ou au niveau du flocculateur pour atteindre le pH optimum de floculation. Il faut consommer le CO₂ agressif et augmenter le TAC. Plusieurs procédés sont possibles:

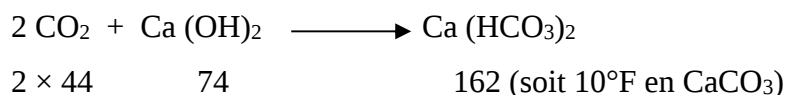
- Aération: par pulvérisation de l'eau à l'air libre, le pH chute et l'alcalinité reste constante (CARDOT, 1999) ;
- Neutralisation par voie chimique: elle se fait le plus souvent par injection de chaux, de soude ou de carbonates de sodium. Les équations de réaction sont les suivantes:



La neutralisation du CO₂ agressif peut également se faire par filtration sur produit neutralisant granulé (Neutralite, Magno), à base de CaCO₃. Un tel traitement augmente le pH et l'alcalinité (MASSCHELEIN, 1996 ; CARDOT, 1999 ; DEGREMONT, 2005).

III-3-2-4. Traitement de reminéralisation:

Le but est d'augmenter le TAC pour permettre la formation de la couche protectrice au niveau du réseau pour éviter la corrosion. Ce traitement est préconisé pour les eaux très douces ou issues d'une filière de dessalement. La méthode la plus répandue est l'injection de CO₂ et de chaux (CARDOT, 1999). La réaction mise en œuvre est la suivante:



Pour augmenter la minéralisation de 1°F, il faut apporter à l'eau: 8,8 mg/l de CO₂ et 7,4 mg/l de chaux pure (DUGUET *et al*, 2006).

L'injection de chaux se déroule en aval de celle du CO₂, pour éviter tout phénomène de décarbonatation. Une injection de NaHCO₃ et de sels de calcium sous forme de CaCl₂ et de CaSO₄ est une autre possibilité (CARDOT, 1999).

III-3-2-5. Traitement d'adoucissement:

L'adoucissement est l'abaissement du degré hydrotimétrique. Il est indispensable lorsque la dureté de l'eau est trop élevée. En effet, de telles eaux sont susceptibles de provoquer des dépôts et des incrustations dans les conduites (FERAT .Z et al,2009).

Parmi les procédés d'adoucissement, on peut citer:

a) Adoucissement par précipitation:

La précipitation chimique est le procédé chimique le plus ancien. Il consiste à introduire un réactif alcalin qui transforme le CO_2 et HCO_3^- en CO_3^{2-} qui, en présence de Ca^{2+} , précipite sous forme de CaCO_3 .

b) Adoucissement par échangeur d'ions:

L'adoucissement est obtenu par passage de l'eau sur un échangeur d'ions de type cationique fort, sous forme sodium. La résine fixe les cations alcalino-terreux (calcium et magnésium) contenus dans l'eau et les remplace par des ions sodium, d'où l'appellation « permutation sodique » donnée à ce procédé.

III-3-3. Traitements biologiques:

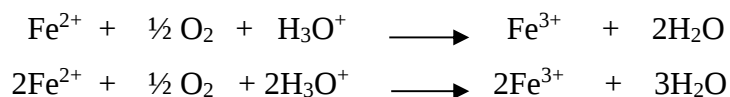
III-3-3-1. Elimination de l'azote:

Dans une station conçue pour éliminer l'azote, cette élimination est la résultante de quatre opérations:

- **Ammonification:** c'est la transformation de l'azote organique en azote ammoniacal. Dans la grande majorité des cas, compte tenu de la nature de l'azote organique et des paramètres de fonctionnement des stations et plus particulièrement du temps de séjour de l'eau dans les ouvrages, la plus grande partie de l'azote organique sera ammonifiée sans problème.
- **Assimilation:** c'est l'utilisation d'une partie de l'azote ammoniacal pour la synthèse bactérienne.
- **Nitrification:** est un procédé biologique réalisé par des micro-organismes autotrophes.
Dénitrification: est le processus par lequel certaines bactéries réduisent les nitrates en azote gazeux. En fait deux modes de réduction des nitrates peuvent intervenir dans les synthèses biologiques ; la voie assimilative et la voie dissimilative, cette dernière peuvent être réalisés par des bactéries autotrophes ou hétérotrophes. Le mode le plus couramment mis en œuvre est la voie dissimilative avec utilisation de bactéries hétérotrophes

III-3-3-2. Elimination du fer:

Le mécanisme d'oxydation du fer par voie bactérienne est le suivant:



Les ferrobactéries (par exemple: *Gallionella ferruginea*, *Siderocystis vulgaris*, etc) oxydent le fer réduit (Fe^{2+}) et tirent de cette oxydation l'énergie nécessaire à leur métabolisme. Ces ferrobactéries sont aérobies et la présence d'oxygène dissous même à très faible niveau leur est indispensable. Les précipités formés sont des oxydes ferriques plus ou moins complexés qui s'accumulent au tour des corps bactériens (CARDOT, 1999 ; DEGREMONT, 2005 ; DUGUET *et al*, 2006).

III-3-3. Elimination de manganèse:

Comme pour le fer, de nombreuses bactéries permettent, en milieu aérobie, une oxydation biologique du manganèse par l'oxygène. Pour certaines bactéries, l'oxydation du Mn^{2+} est indirecte, elle est due à une augmentation de pH liée à la croissance de ces bactéries ce qui permet l'oxydation du Mn^{2+} par l'oxygène à une vitesse appréciable. Pour d'autres bactéries, elle est due à l'action d'une enzyme intracellulaire. Pour d'autres le manganèse dissous commence par s'adsorber à la surface de la membrane cellulaire. Il est ensuite oxydé par voie enzymatique. Le manganèse se concentre alors en une gaine entourant la cellule ou un groupe de cellules. Les risques du non développement des bactéries de manganèse sont très rares dans les eaux naturelles (DEGREMONT, 2005 ; DUGUET *et al*, 2006).

II-3-4. Traitement spécifiques:

II-3-4-1. Echange d'ions:

On utilise couramment le procédé d'échange d'ions pour adoucir l'eau et pour réduire les concentrations d'azote et de phosphore. Les échangeurs d'ions sont des substances granulaires insolubles comportant dans leur structure moléculaire des radicaux acides ou basiques susceptible de permuter, sans modification apparente de leur aspect physique, et sans altération ou solubilisation, les ions positifs ou négatifs, « fixés » sur ces radicaux, contre des ions de même signe se trouvant en solution dans le liquide à leur contact (DEGREMONT, 2005).

La plupart des résines utilisées de nos jours sont des matières synthétiques produites à partir d'un polymère, habituellement, des chaînes de polymère reliées entre elles par du divinylbenzène. Elles se présentent soit sous forme de grains, soit sous forme de billes (DESJARDINS, 1997). On peut les classer en deux catégories:

II-3-4-2. Adsorption sur charbon actif:

L'adsorption est un procédé couramment utilisé au cours de traitement des eaux pour éliminer les substances humiques, la couleur, goûts et odeurs, phénols ainsi que plusieurs substances toxiques non biodégradables (trihalométhane). Le charbon actif fait parti d'une gamme de substances présentant une très grande porosité et une surface spécifique importante de l'ordre de 500 à 1500 m² par gramme de charbon. Ces qualités lui confèrent un grand pouvoir d'adsorption (CARDOT, 1999).

II-3-4-3. Décarbonatation:

Ce traitement permet l'élimination de la dureté temporaire et du TAC. La résine utilisée est une résine cationique faible de type carboxylique. Celle-ci a la propriété de ne fixer que les cations (Ca²⁺, Mg²⁺) liés aux bicarbonates en libérant le dioxyde de carbone correspondant sous forme de CO₂, les cations liés aux anions d'acides forts (chlorures, nitrates, sulfates) n'étant pas fixés sur cette résine (DUGUET *et al*, 2006).

II-3-4-4. Techniques membranaire:

Les technologies membranaires font l'objet incontestablement d'un intérêt croissant dans le domaine de la production d'eau potable. D'une façon générale, une membrane peut être définie comme une barrière séparant deux compartiments et permettant le passage préférentiel d'au moins une espèce parmi les autres sous l'action d'une force de transfert. Les procédés membranaires vont permettre de concentrer, purifier ou fractionner une solution en contrôlant et orientant les échanges de matière à travers la barrière sélective que constitue la membrane (BADOT *et al*, 2007).

III-3-4-4-3. Procédés de filtration membranaire:

Les procédés membranaires utilisant un gradient de pression hydrostatique comme force de transfert sont qualifiés de procédés baromembranaires. Ils sont au nombre de quatre: microfiltration (MF), ultrafiltration (UF), nanofiltration (NF) et osmose inverse (OI). Ces quatre procédés sont classés en fonction de la taille des espèces à séparer (SZYMCZYK A et FIEVET P, 2007).

a. Microfiltration (MF):

La MF est une technique de séparation utilisant des membranes poreuses dont la taille moyenne des pores est de l'ordre de micromètre (0,1 et 10 µm). Elle permet de séparer des particules en suspension (colloïdes) et des microorganismes (bactéries et des parasites) en appliquant une pression de filtration comprise entre 0,5 et 3 bars (CARDOT, 1999 ; SZYMCZYK A et FIEVET P, 2007).

b . Ultrafiltration (UF):

Elle permet la rétention de la totalité des particules en suspension, des colloïdes et des micro-organismes, y compris les virus. Par contre, elle n'a aucune action envers les pesticides, les nitrates, le fer, le manganèse et les ions sulfates.

Comme la microfiltration, l'ultrafiltration n'élimine pas les micropolluants organiques. La porosité de la membrane est comprise entre 0,5 et 0,002 μm et la pression de service est en moyenne de 0,5 à 3 bars (CARDOT, 1999 ; DUGUET *et al*, 2006).

c. Nanofiltration (NF):

La nanofiltration permet de retenir des espèces de taille inférieure à 2nm telles que les pesticides, les acides humiques et fulviques précurseurs d'organochlorés et le carbone organique dissous biodégradable (CODB). Les membranes ont une porosité variant de 0,0003 μm à 0,001 μm . La nanofiltration est excellente pour la désulfuration et l'adoucissement. La pression de service est de 8 bars (CARDOT, 1999 ; DUGUET, 2006).

d. Osmose inverse (OI):

En osmose inverse la taille des pores est extrêmement petite, de l'ordre 0,1 nm (soit 10^{-10} mètre). On appelle osmose inverse le transfert de solvant à travers une membrane sous l'action d'un gradient de concentration. Considérant un système à deux compartiments séparés par une membrane perméable sélective et contenant deux solutions de concentrations différentes. Le phénomène d'osmose va se traduire par un flux d'eau dirigé de la solution diluée vers la solution concentrée.

Si l'on essaie d'empêcher ce flux d'eau en appliquant une pression sur la solution concentrée, la quantité d'eau transformée par osmose va diminuer. Il arrivera un moment où la pression appliquée sera telle que le flux d'eau va s'annuler. Une augmentation de la pression au-delà de la pression osmotique va se traduire par un flux d'eau dirigé en sens inverse du flux osmotique, c'est-à-dire de la solution concentrée vers la solution diluée: c'est le phénomène d'osmose inverse.

L'osmose inverse permet de retenir tous les sels dissous, les molécules organiques de 10^{-7} mm et les sels monovalents sous une pression inférieure ou égale à 80 bars (DUGUET *et al*, 2006 ; DUVIVIER, 2006).

III-3-4-5. Fluoruration et défluoruration:

On considère généralement qu'une faible teneur en fluore de l'eau d'alimentation (0,4 à 1mg/l) est favorable à la formation de l'émail dentaire et protège les dents contre la carie. En

revanche, un excès de fluor entraîne la destruction de cet émail et provoque un ensemble de troubles à caractère endémique que l'on groupe sous le nom de fluoroses: mal formation dentaires, taches de l'émail, décalcification, troubles digestifs et nerveux. Il faut donc envisager, suivant le cas, soit un apport artificiel, soit l'élimination de cet élément.

- **Fluoration:** les produits chimiques qui génèrent les ions fluorures les plus utilisés sont: - l'hexafluorosilicate de sodium, Na_2SiF_6 ;
 - fluorure de sodium, NaF ;
 - l'acide hexafluorosilicique, H_2SiF_6 .
- **Défluoruration:** parmi les procédés employés pour la défluoruration:
 - adoucissement de l'eau à la chaux: cette méthode peut être employée, à condition que l'eau présente une teneur suffisante en magnésium car c'est lui qui adsorbe le fluore ;
 - utilisation du phosphate tricalcique: le fluore présentait une certaine affinité pour les phosphates tricalciques. Cependant des concentrations notables de fluore ont été retrouvées dans les phosphates naturels comme les apatites et les phosphorites, ainsi que dans les os. Dans l'apatite, le $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3$, l'ion carbonate est remplacé par du fluor, ce qui entraîne la formation fluoroapatite insoluble, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ (DESJARDINS, 1997 ; DEGREMONT, 2005).

Conclusion:

Il est important que les procédés de coagulation et de floculation soient utilisés correctement. En effet, la production d'un floc trop petit ou trop léger entraîne une décantation insuffisante: lorsque les eaux arrivent sur les filtres, elles contiennent une grande quantité de particule de floc, qui encrasse rapidement ces filtres, ce qui nécessite des lavages fréquents. Par ailleurs, lorsque le floc est fragile, il se brise en petites particules qui peuvent traverser le filtre et altérer la qualité de l'eau produite.

Pour préserver la qualité de l'eau de boisson déjà traitée, il est impératif que cette eau soit stockée et véhiculée dans des équipements propres qui ne peuvent altérer en aucune manière la qualité et qui risque de nuire à la santé publique. Pour des raisons hygiéniques et sanitaires, les ouvrages doivent être nettoyés et désinfectés au moins une fois par an.

L'eau traitée doit subir toute une série d'analyses de contrôle, à la station de traitement, dans les réservoirs et sur le réseau de distribution.

Chapitre III

Partie expérimentale

Introduction

La dotation en eau de commune de Beni Douala et ses localités voisines était toujours un grand problème récurrent, à cause du manque de la ressource et la croissance démographique. Afin d'assurer une alimentation continue et régulière en eau pour cette localité, le renforcement par les eaux du barrage de Taksebt comme appoint s'avère une solution adéquate. Pour cela une station monobloc a été mise en place à l'aval de barrage de Taksebt. La performance de cette dernières fera l'objet de notre étude.

Notre partie expérimentale s'est étalée sur une durée de 8 jours durant le mois de Mai 2017, elle consiste dans un premier temps en la caractérisation de l'eau du barrage de Taksebt et ensuite en la comparaison de la qualité physico-chimique de l'eau brute et de la station monobloc à celle de l'eau traitée afin de mettre en évidence les défaillances existantes le long de la chaine de traitement et de contribuer à l'amélioration de la qualité de cette eau.

Les différentes analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de la station monobloc de Taksebt.

I. Matériels et méthodes:

I.1-Présentation de station monobloc de Taksebt:

La station monobloc de traitement des eaux de la commune de Oued Aissi est située à l'aval de barrage de Teksebt. Ce projet a été réalisé par la direction de l'hydraulique de Tizi-Ouzou. Elle alimente la population de la Daira de Beni Douala, voir la figure 1.



Figure 1: Photo de la station monobloc de Taksebt

Cette station monobloc a une capacité de traitement de 8400 m³/ jour et comporte:

- Une conduite pour acheminer l'eau brute de barrage vers la station ;
- Une vanne pneumatique pour régler le débit de l'eau et la pression à 1.5 bars ;
- Deux injecteurs : un pour l'hypochlorite de sodium (prés chloration) et l'autre pour le coagulant (sulfate d'alumine)
- Un mélangeur sous forme d'hélice à vitesse lente pour chaque décanteur pour favoriser l'effet de la coagulation-floculation ;
- Une série de décanteurs (trois décanteurs), chacun est constitué de:
 - Un bassin de floculation ;
 - Quatre bassins de décantation lamellaire en forme d'entonnoir ;
 - Un bassin rectangulaire pour recueillir l'eau clarifiée ;
- Un bassin de filtration à sable pour chaque décanteur ;
- Un injecteur de l'hypochlorite de sodium (post-chloration) ;
- Une salle de préparation des solutions de réactifs à doser;
- Une station de pompage ;
- Un laboratoire tenu par 4 laborantins ;

I. 2. Etapes de traitement:

Globalement, l'eau brute arrivant à la station subit un traitement de potabilisation qui consiste en :

- **Préchloration:** ajout d'hypochlorite de sodium (NaOCl) pour obtenir une eau plus filtrable et plus cristalline, ceci va améliorer le processus qui suit, par l'élimination de la matière organique, de l'ammoniaque contenus dans l'eau et sert aussi à empêcher le développement des algues dans le canal et les bassins. La dose injectée est de 2,8 mg/l.

- **Coagulation floculation:** injection du sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3$ comme coagulant pour permettre la déstabilisation des particules colloïdales, voir figure 2.

Point d'injection
d'hypochlorite
de sodium



Figure 2: Photo indiquant l'arrivée de l'eau brute et les points d'injection des réactifs au niveau de la station monobloc de Taksebt

Décantation: au niveau de la station, les décanteurs utilisés sont de type lamellaire. Ces derniers consistent à multiplier dans un même ouvrage les surfaces de séparation eau /boues en disposant dans la zone de décantation des faisceaux lamellaires parallèles et inclinés par rapport à l'horizontale de 60°. L'eau s'écoule de bas en haut et les solides s'accumulent sur la plaque inférieure et glissent jusqu'au fond du bassin de décantation, voir figure 3.



Figure 3: Photo du décanteur lamellaire de la station monobloc de Taksebt

- **Filtration:** est réalisée par des filtres sous pression, constitués d'une seule couche de sable de silice fin de 1,20 m d'épaisseur et de granulométrie comprise entre 0,6 mm et 0,8 mm.

Le lavage des filtres se fait contre courant en inversant le sens d'écoulement de l'eau c'est-à-dire de bas en haut en se servant de l'eau filtrée provenant du deuxième filtre. Le lavage se fait donc à l'eau claire et à l'air, voir figure 4 .



Figure 4 : photo du filtre à sable de la station monobloc de Taksebt

- **Post-chloration:** injection de 1,05 mg/l d'hypochlorite de sodium afin d'assurer un taux de chlore résiduel entre 0,2 à 0,6mg/l chez le dernier abonné. Le débit de refoulement de l'eau traitée est de 350 m³/heure, voir figure 5.

Point d'injection
d'hypochlorite
de sodium



Figure 5: Photo indiquant le point d'injection d'hypochlorite de sodium en fin de traitement.

La figure suivante illustre les différentes étapes de traitement appliquées au niveau de la station monobloc de Taksebt.

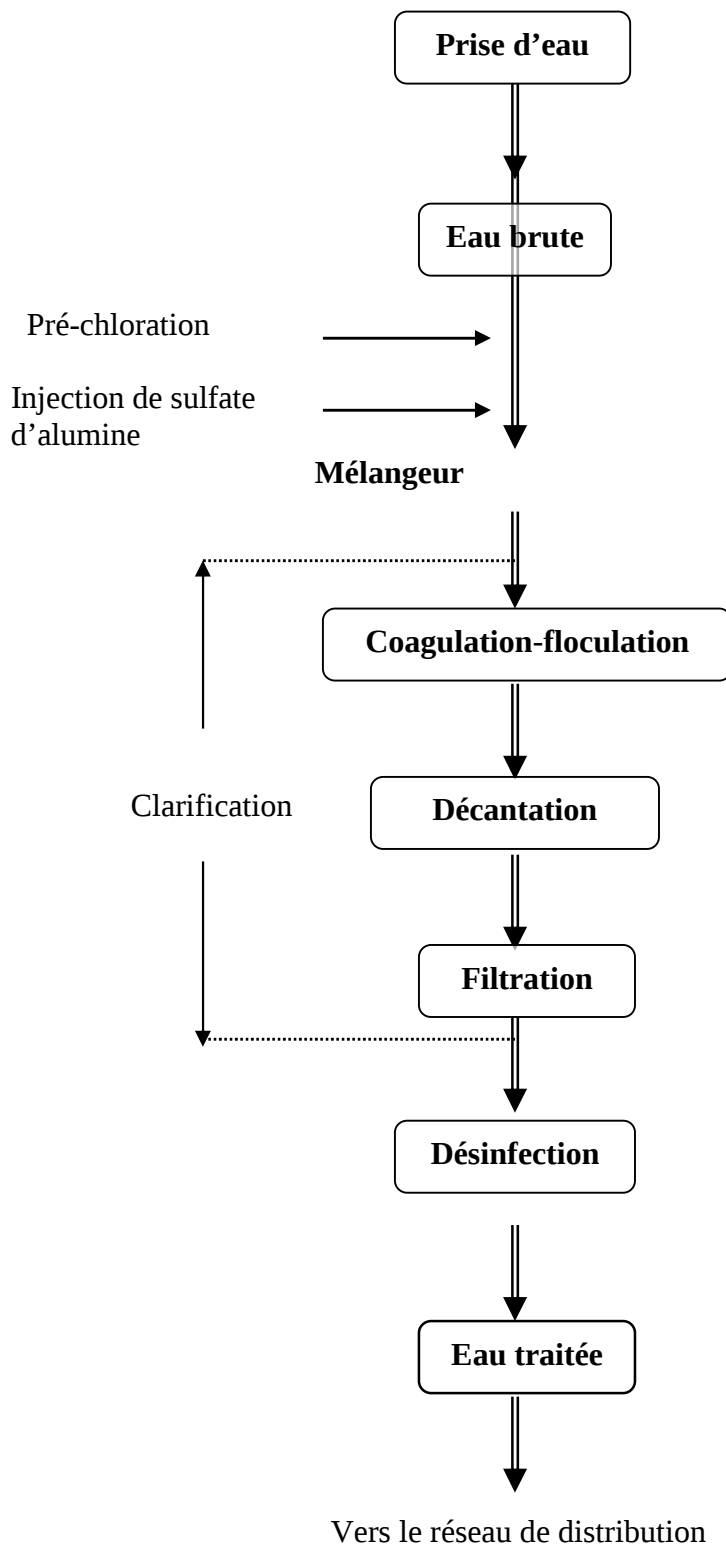


Figure 6: Chronologie des opérations unitaires de la station monobloc de Taksebt.

I.3. Présentation de laboratoire

a-Appareillage:

- pH mètre;
- Conductimètre sension 7;
- Turbidimètre ;
- Etuve réglable ;
- Bain marie ;
- Spectrophotomètre ;
- Spectrophotomètre d'émission de flamme ;
- Agitateur magnétique ;
- Incubateur ;
- Dessiccateur ;
- pompe à eau ;
- Etuves (22°C, 37°C et 44°C) ;
- Rampe de filtration à trois postes ;
- Autoclave ;
- Appareil à reflux ;
- Etuves réfrigérées ;
- Comparateur ;
- Dispositif de filtre sous vide ou sous pression ;
- Flocculateur.

b-Verrerie et autres matériels:

- Tubes à essais stériles ;
- Pipettes graduées 1 ml, 2 ml, 5 ml et 10 ml stériles;
- Pipettes Pasteur ;
- Flacons de 250 ml, 500 ml et 1000 ml ;
- Fioles (coniques, jaugées);
- Burettes ;
- Béchers ;
- Erlenmeyer ;
- Thermomètre
- Tubes de centrifugation ;
- Boîtes de pétri en plastique ;
- Papier aluminium ;
- Spatules ;
- Pinces ;
- bec-Bunsen ;
- Pissettes ;
- Coton ;
- Réfrigérant ;
- Agitateurs ;

I.4 .Techniques utilisée

I.4.1- Essai de Jar-test

C'est un procédé qui sert à déterminer la quantité de coagulant et de floculant qu'il faut injecter à l'eau brute pour avoir une meilleure clarification.

On a effectué un autre Jar-test en utilisant le sulfate d'alumine puisque c'est le coagulant utilisé au niveau de la station. Pour cela nous avons utilisé Une solution mère de sulfate d'alumine de 10 mg/l.

On a préféré d'utilisé le sulfate d'alumine comme coagulant puisqu'il est relativement peu coûteux, moins acide est sans effets post précipitation.

Dans une série de 5 béchers de capacité d'un litre chacun et remplis d'eau brute, on ajoute des doses croissantes de coagulant (sulfate d'alumine). On effectue, d'abord, une agitation rapide pendant 1mn à une vitesse de 150 tours/minutes, puis, une agitation lente pendant 15 minutes à une vitesse de 50 tours/minutes pour provoquer la coalescence des floccs. On laisse décanter 30 minutes (DUPONT, 1981).

Après décantation, on filtre l'eau décantée sur un papier filtre, puis on note le pH, la turbidité de l'eau et la conductivité.

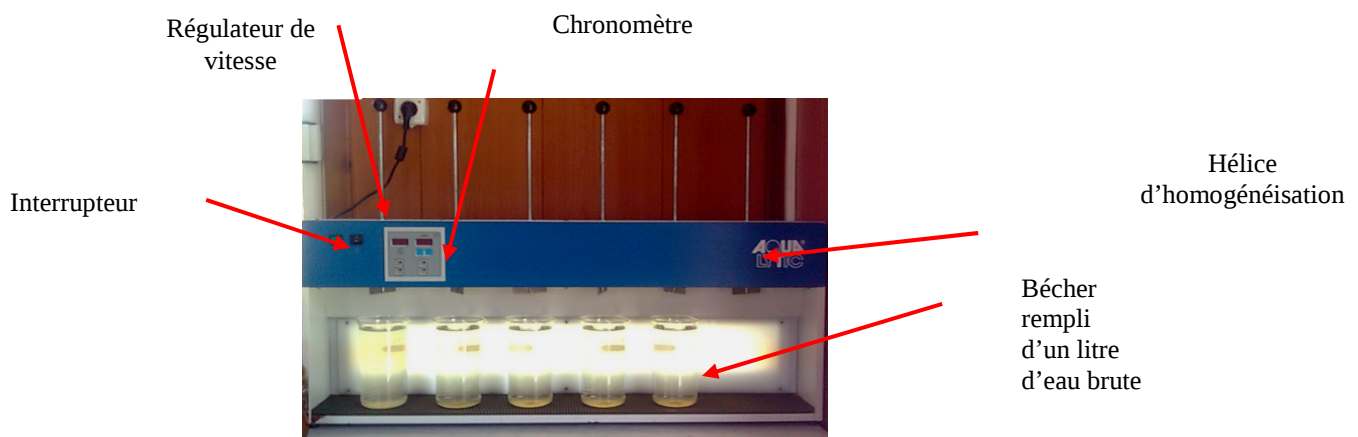


Figure 8: photo de *Jar-test*

I.4. 2- Demande en chlore:

La demande en chlore est la quantité de chlore nécessaire pour l'oxydation des matières organiques, du fer, du manganèse .

Lorsque des doses croissantes de chlore sont ajoutées à une eau, la détermination du chlore résiduel au bout d'un temps révolu montre que ce taux croît en fonction de la dose ajoutée, passe par un point d'inflexion, décroît pour atteindre un minimum appelé break-point, avant d'augmenter à nouveau régulièrement. Le break-point correspond à la dose de chlore minimum de la courbe pour laquelle apparaît la présence de chlore libre.

Avant de réaliser la demande en chlore, il faut déterminer tout d'abord le degré chlorométrique de la solution mère d'hypochlorite de sodium commercialisée.

I.4.3- Mesure du pH: (méthode électrique avec électrode en verre)

- Etalonner le pH mètre avec une solution tampon ;
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée.
- Immerger l'électrode dans l'échantillon.
- Procéder à une agitation.
- Faire la lecture après stabilisation du pH à une température de 20°C.

Les mesures sont exprimées en unités de pH (RODIER *et al*, 2005).

I.4.4- Mesure de la turbidité:

a- Etalonnage:

- Remplir la cuve avec de l'eau distillée.
- Appuyer sur le bouton zéro.
- Afficher sur l'écran le zéro.

b- Mesure:

- Remplir la cuve avec de l'eau à analyser.
- Appuyer sur le bouton mesure.
- Faire la lecture après stabilisation de la cuve.

c- Expression des résultats:

La turbidité d'une eau est exprimée en unité Formazine qui correspond à une unité Néphélométrie (NTU).

I.4.5-Mesure de la conductivité:

❖ Mode opératoire :

L'appareil utilisé est un conductimètre.

Etalonner l'appareil avec un seul étalonnage de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ chaque matin.

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 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. Introduire alors le thermomètre aussi près que possible de cellule. La température du liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure.

❖ **Expression des résultats:**

La conductivité électrique de l'eau est donnée par l'expression:

$$\text{Cond (ms/cm)} = \frac{\text{Conductivité (ms)}}{K \text{ (constante d'étalonnage)}}$$

Cette mesure est donnée à une température = 20°C

I.4.6- Température : déterminé par le conductimètre (RODIER *et al*, 2005).

I.4.7- salinité et TDS : sont déterminés aussi par le conductimètre (RODIER *et al*, 2005).

I.4.8 Dosage des chlorures, titrage au nitrate d'argent avec du chromate comme indicateur (Méthode de Mohr):

❖ **Réactifs:**

- Solution de nitrate d'argent à 0,01N (1,6987g d'AgNO₃, q.s.p 1000ml);
- Solution de chlorures à 71mg/l ;
- Indicateur coloré K₂CrO₄ à 10%. (10g de K₂CrO₄, q.s.p 100ml).

❖ **Mode opératoire:**

- Prendre 5ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 2gouttes de K₂CrO₄ (coloration jaunâtre) ;
- Titrer avec AgNO₃ à 0,01N jusqu'à coloration brunâtre.

❖ **Expression des résultats:**

$$\text{Cl}^- \text{ mg/l Cl}^- = V_{\text{AgNO}_3} \times 71 \times F$$

V_{AgNO₃} : Volume d'AgNO₃ nécessaire pour le dosage de l'échantillon ;

F : Facteur de correction du titre de AgNO₃ ;

Pour le F:

- Prendre 5ml de la solution mère à 71mg/l ;
- Ajouter deux gouttes de l'indicateur coloré ;
- Doser par AgNO_3 à 0,01N jusqu'au virage (couleur brunâtre).

$$F = \frac{1}{V_{\text{AgNO}_3}}$$

II. Résultats et interprétation:

1. Résultats du Jar-test:

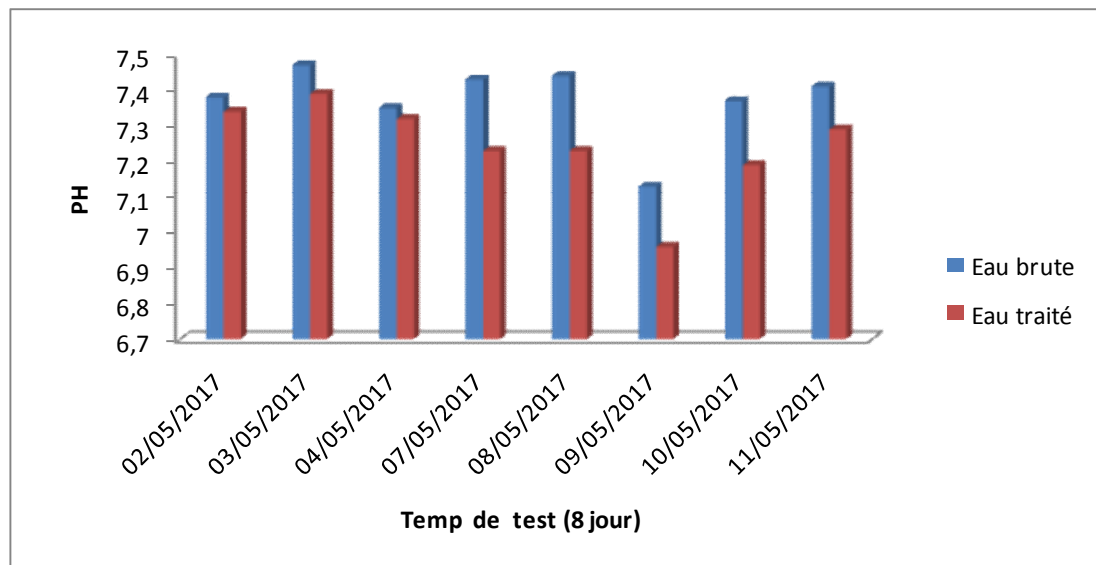
Tableau 1: Résultats obtenus après ajout des doses croissantes de sulfate d'alumine.

	01	02	03	04	05
Dose sulfate d'alumine à injecter(mg/l)	10	15	20	25	30
Ph	7.41	7.42	7.27	7.35	7.33
Conductivité	517	501	439	491	502
température	17.2	18	19	20.6	20.3
Turbidité (NTU)	1.1	0.6	0.8	1	1

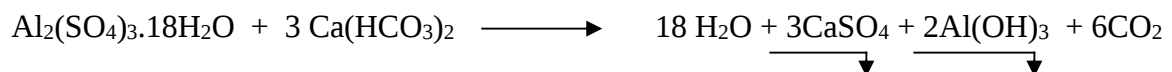
Interprétation:

➤ D'après les résultats de l'essai de Jar-test en utilisant le sulfate d'alumine, en dessous de 15mg/l, la dose de sulfate d'alumine est insuffisante et en dessus de 15 mg/l, la dose est excessive on remarque alors, un début de stabilisation des particules voir la valeur de la turbidité qui commence à augmenter à partir de 15 mg/l de sulfate d'alumine. La dose de sulfate d'alumine convenable est celle obtenue au niveau du bécher N° 02, c'est-à-dire avec une concentration de 15 mg/l, une turbidité de 0,6 NTU, un pH de 7,42 .

2.PH

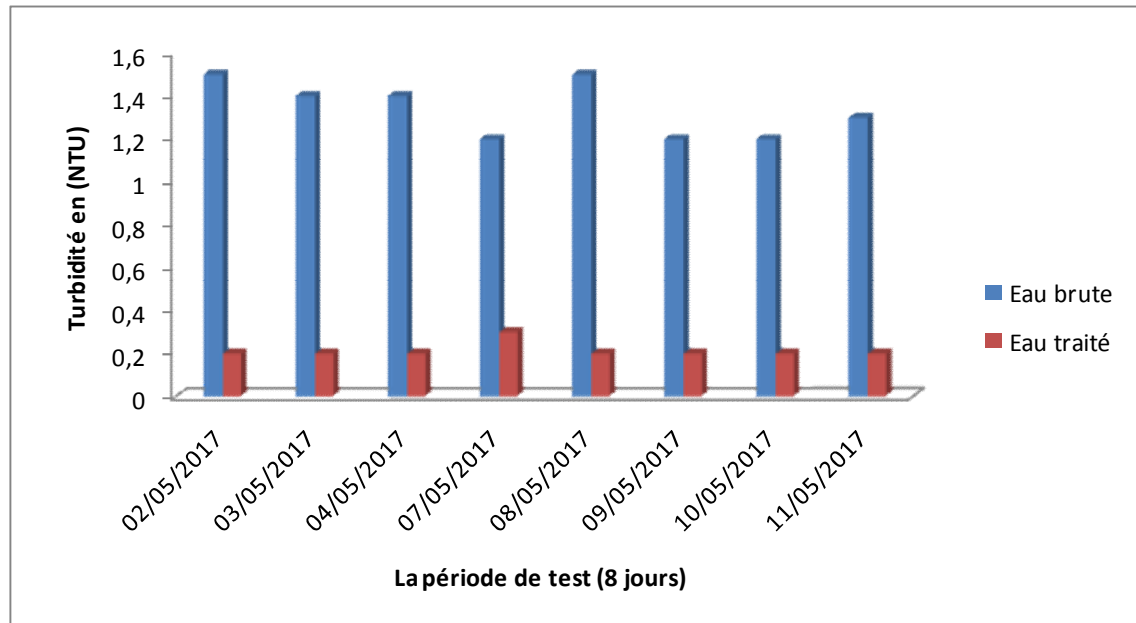
Figure 8: Variation du pH de l'eau brute et traité pendant une période de 8 jour**Interprétation:**

D'après les résultats enregistrés, les eaux brutes présentent généralement un pH un légèrement alcalin qui varie entre 7,15 à 7,47. Après traitement, le pH a significativement baissé. En effet, lors de l'étape de coagulation-floculation, le coagulant une fois mis en solution, consomme le titre alcalimétrique complet (TAC) suivant la réaction ci-dessous:



4. Turbidité:

Figure 9: Variation de Turbidité de l'eau brute et traité pendant une période de 8 jours



Interprétation:

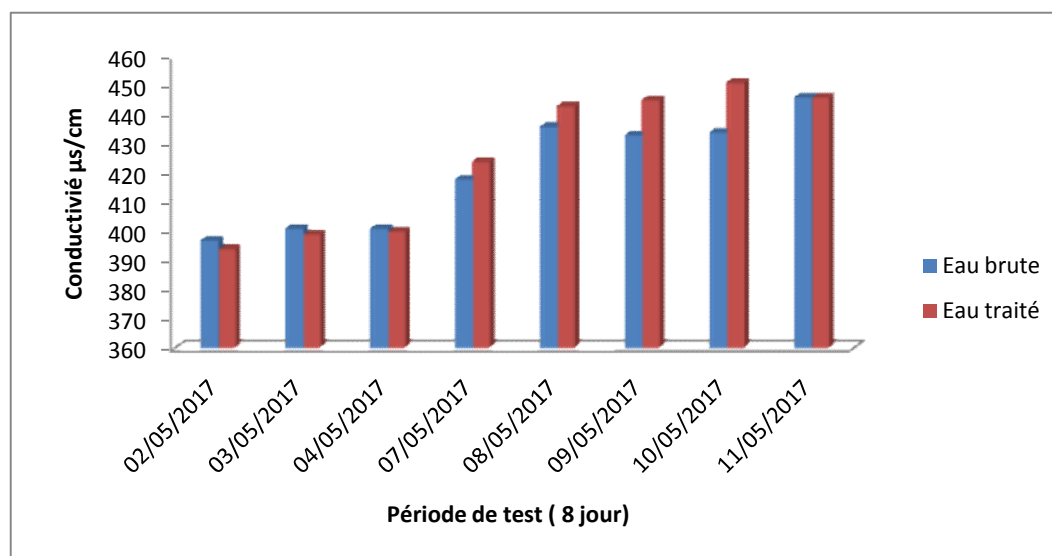
L'eau brute de barrage de Taksebt présente généralement des turbidités baissée, Cela est dû au presque d'absence dans l'eau de particules en suspension tels que les limons, les argiles, les matières organiques ou minérales, les carbonates de calcium précipités et les microorganismes.

Quant à l'eau traitée après coagulation-floculation et décantation, nous remarquons que les valeurs de la turbidité obtenues presque stabilisent à une valeur 0,2 NTU, elles sont conformes à la norme recommandée par l'OMS

(5 NTU) mais beaucoup de pays dont l'Algérie exige une turbidité inférieure à 1 NTU

5. Conductivité:

Figure 10 : Variation de Conductivité de l'eau brute et traité pendant une période de 8 jours

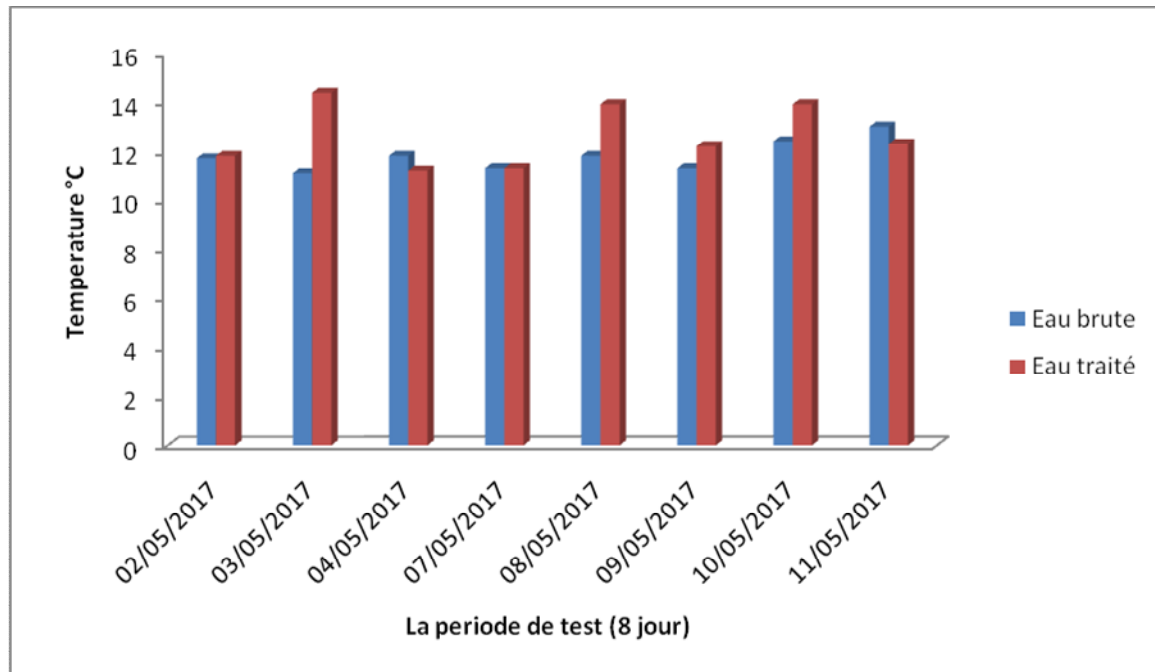


Interprétation:

D'après les résultats obtenus, la conductivité de l'eau brute varie entre 394 µs/cm et 446 µs/cm. Selon le tableau de la relation entre la conductivité et la minéralisation globale, on peut dire que la minéralisation de ces eaux est moyennement accentuée. La conductivité de l'eau traitée augmente par rapport à l'eau brute cela s'explique par l'utilisation de sulfate d'alumine qui se dissocie en Al^{3+} et SO_4^{2-} . Ce sont également des ions chlorures, des ions Na^+ qui sont issus de l'hypochlorite de sodium utilisé pour l'oxydation. Ces ions augmentent la concentration des sels minéraux.

6. Température:

Figure 11 : Variation de la température de l'eau brute et traité pendant une période de 8 jours

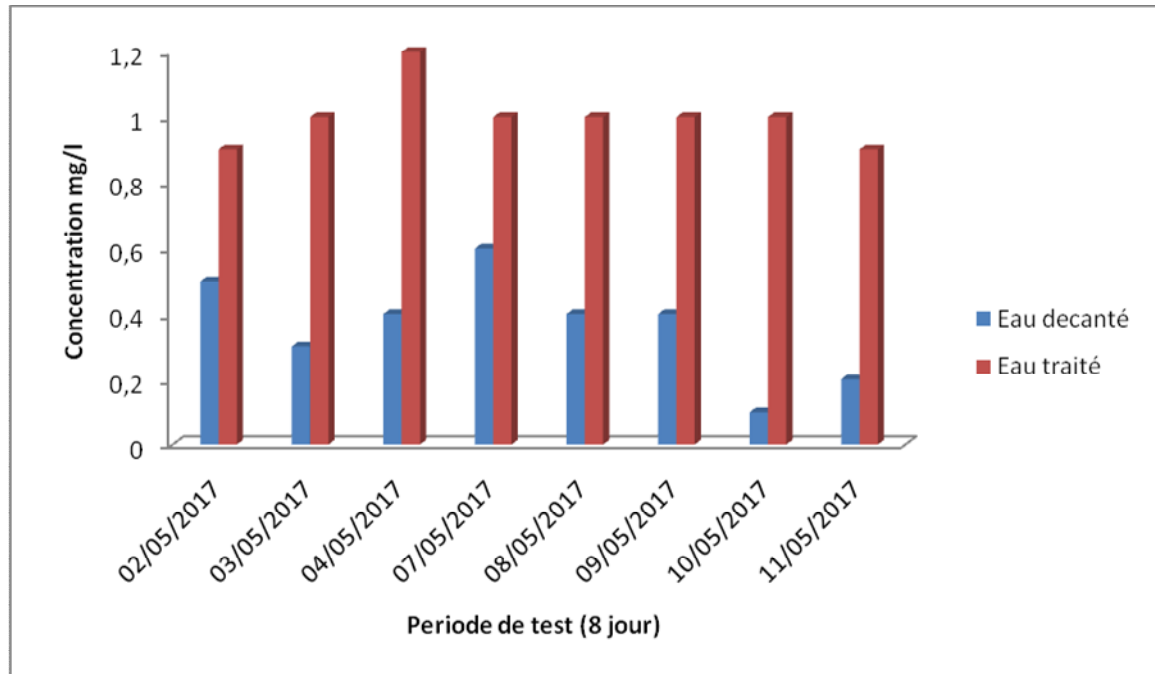


Interprétation:

D'après les résultats enregistrés, la température de l'eau brute est presque la même avec celle de l'eau traité, lesquelles varient entre 11,2 et 13,9 qui ne dépasse pas la moyenne de la température de la saison de l'eau selon oms.

7.Chlore résiduel :

Figure 12: Variation de chlore résiduel de l'eau décantée et traité pendant une période de 8 jours



Interprétation :

D'après les résultats obtenus, nous constatons que le taux de chlore dans l'eau destinée pour la distribution et la consommation présente un taux de chlore très élevé, qui peut être préjudiciable à la santé publique. Cette mesure est probablement prise pour des raisons de préventions suite la qualité de l'eau qui s'est légèrement dégradée ces dernier temps.

Conclusion

D'après les résultats obtenus des analyse des eaux traitées de la station monobloc de Taksebt et après interprétation des résultats, il en découle que les eaux brute sont de qualité moyenne de point de vue physico-chimique et peuvent être utilisées pour l'AEP après traitements. La qualité de l'eau après traitement répond aux normes de potabilité, par ailleurs, nous tenons à signaler que le chlore résiduel reste très élevé .

Conclusion générale

Au cours de notre étude, nous nous sommes focalisés sur le contrôle de la qualité de l'eau brute et de l'eau traitée de la station monobloc de Tizi-Ouzou, tout en suivant les étapes de la chaîne de traitement. L'examen analytique des eaux brutes avant traitement aux périodes indiquées à montrer qu'elles sont de qualité moyenne de point de vue physico-chimique et bactériologique et peuvent être utilisées pour l'AEP après traitements.

Certes, la qualité de l'eau après traitement répond aux normes de potabilité mais reste toujours non satisfaisante de point de vu esthétique. Afin de remédier et d'améliorer la qualité de l'eau produite au niveau de cette station, nous vous suggérons les recommandations suivantes:

- Installation d'un bassin de décantation avant la chaîne de traitement afin de permettre une sédimentation des matières en suspension, diminuer la turbidité, économiser les réactifs, maintenir les dispositifs de traitement, faciliter et améliorer les étapes ultérieures de clarification ;
- Installation d'un filtre constitué d'au moins de deux couches de sable de granulométrie différente et une couche superficielle de charbon actif.
- Prévoir un réservoir pour l'eau traitée après l'étape de désinfection afin d'augmenter le temps de contact entre l'hypochlorite de sodium et l'eau.
- Envisager l'injection de sulfate de cuivre au niveau du décanteur primaire afin d'empêcher et de ralentir le développement algal responsable généralement du goût, tout en respectant la dose qui varie avec le type d'organismes et leur abondance

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- ANCTIL, F, 2008.** L'eau et ses enjeux. Editions de Boeck université.
- ASSOULINE S et ASSOULINE J, 2007.** Géopolitique de l'eau: nature et enjeux. Edition Studyrama perspectives.
- ATTEIA, O, 2005.** Chimie et pollution des eaux souterraines. Edition Lavoisier TEC et DOC, Paris.
- BOURGEOIS ,C.M et LEVEAU, J.Y, 1993.** Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Volume 3: le contrôle microbiologique. 2^{ème} Ed, Lavoisier Tec et Doc, Paris.
- CHEVAL, A, 1983.** La désinfection des eaux de consommation, Lavoisier- Technique et documentation, LIMONGES.
- COLAS R, 1977.** La pollution des eaux. 4^{ème} édition. Presse universitaire de France.
- COLLIN, J-J, 2004.** Les eaux souterraines: connaissance et gestion. Ed. BRGM et HERMA.
- COX, C.R, 1967.** Techniques et contrôle du traitement des eaux. OMS. GENEVE.
- DEGREMONT 2005.** Mémento technique de l'eau. Tome II. 10^{ème} Edition, Lavoisier-Tec et Doc, Paris.
- DELARAS, C et TREBAOL, B, 2003.** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. Editions Lavoisier TEC et DOC, Paris.
- DESJARDINS, R, 1997.** Le traitement de l'eau. Editions de l'école polytechnique de Montréal.
- DEVEAU I, 1999.** Intérêts et limites de la mise en place d'un suivi sanitaire dans le cadre de la réutilisation agricole des eaux usées traitées de l'agglomération clermontoise. Thèse «Sciences de la Vie et de la Santé », université Joseph Fourier, Grenoble.
- DORÉ, M, 1989.** Chimie des oxydants et traitement des eaux. Edition Lavoisier, Paris.
- DUGUET, J-P, BERNAZEAU, F, CLERET, D, GAID, A, LAPLANCHE, A, MOLES, J, MONTIEL, A, RIOU, G, SIMON, P. 2006.** Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine. 1^{ère} édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'environnement).
- Ecosse D, 2001.** Techniques alternatives en vue de subvenir à la pénurie d'eau dans le monde. «Qualité et Gestion de l'Eau », Fac. Sciences, Amiens.
- FERNANDO, R.P.M, ORFAO, J, FIGUEIREDO, J.L, 2007.** Les charbons actifs dans le traitement des eaux ; in: « traitement et épuration des eaux industrielles polluées ». Edition presses universitaire de Franche-Comté.
- FERAT,Z ,GHEDAMSI,H, 2009.** Caractéristiques et traitement des eaux de surface de retenue de TIZI Ghenif par la station monobloc en vue de leur potabilisation.

Références bibliographiques

GRAINDORGE, J et LANDOT, E, 2005. La qualité de l'eau potable, techniques et responsabilités. Editions Techni-Cités.

MASSCHELEIN, W-J, 1996. Processus unitaires du traitement de l'eau potable. Edition CEBEDOC sprl liège.

METAHRI, M.S, 2012. Elimination de l'azote et du phosphore des eaux usées traitées par valorisation agricole. Cas de l'effluent de la station d'épuration est de Tizi-Ouzou Algérie (perspectives et recommandations). Thèse de doctorat. UMMTO.

NAUCIEL, C et VILDE, J-L, 2005. Bactériologie médicale. Edition Masson, Paris.

RODIER J, 2005. L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8^{ème} Edition. Dunod, Paris.

ROQUES, H, 1990. Fondement théoriques de traitements chimiques des eaux. Volume I, édition Technique et documentation, Paris.

ROQUES H, 1990. Fondement théoriques de traitements chimiques des eaux. Volume II, édition Technique et documentation, Paris.

ROUX, M, 1986. Analyse biologique de l'eau. Edition Lavoisier Technique et Documentation: Paris.

SALGHI R, 1997. Différents filières de traitement des eaux. Edition ENSA, Agadir.

SAVARY P, 2003. Guide des analyses de la qualité de l'eau. Editions Techni-Cités.

SCHWARTZBROD, L, 1991. Virologie des milieux hydriques. Edition Lavoisier TEC et DOC.

SZYMCZYK A. et FIEVET P., (2007). Les procédés de filtration membranaire appliqués au traitement des eaux ; in: « traitement et épuration des eaux industrielles polluées ». Edition presses universitaire de Franche-Comté.

Annexes

Annexe I: Grille de classification des eaux superficielles donnée par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH)

Qualité paramètres	Bonne	Moyenne	Polluée	Excessivement Polluée
O₂ Dissous (mg/l)	>7	5 à 7	3 à 5	Milieu aérobie à maintenir en permanence
Température (°C)	≤20	20 à 22	20 à 25	25 à 30
pH	6,5 à 8,5	6 à 8,5	6 à 9	5,5 à 9,5
Conductivité (µs/cm) à 25°C	≤ 400	400 à 750	750 à 1500	1500 à 3000
DBO₅ (mg/l)	5	5-10	10-15	>15
DCO (mg/l)	20	20-40	40-50	>50
NH₄⁺ (mg/l)	0-0,01	0,01-0,1	0,1-3	>3
NO₃⁻ (mg/l)	0-10	10-20	20-40	>40
NO₂⁻ (mg/l)	0-0,01	0,01-0,1	0,1-3	>3
PO₄³⁻ (mg/l)	0-0,01	0,01-0,1	0,1-3	>3
MES (mg/l)	0-30	30-75	75-100	>100
Fe²⁺ (mg/l)	0-0,5	0,5-1	1-2	>2
Cl⁻ (mg/l)	<100	100 à 200	200 à 400	400 à 1000
Mn²⁺ (mg/l)	0-0,01	0,1-0,3	0,3-2	>2
Cr³⁺ (mg/l)	0	0-0,05	0,05-0,5	>0,5
Cu²⁺ (mg/l)	0-0,02	0,02-0,05	0,05-1	>1
Zn²⁺ (mg/l)	0	0-0,5	0,5-1	>1
F⁻ (mg/l)	0	0-0,08	0,08-1,5	>1,5
CN⁻ (mg/l)	0	0	0-0,02	0,02-0,05
Cd²⁺ (mg/l)	0	0	0-0,01	>0,01
Pd²⁺ (mg/l)	0	0	0-0,05	>0,05
Coliformes /100 ml	≤ 50	50 à 500	500 à 5000	
E.coli/100ml	≤ 20	20 à 2000	2000à20000	
Streptocoques fécaux	≤ 20	20 à 2000	2000 à 20000	

Annexe II: Extrait de l'annexe 13-1-III du décret 2003-461
(DUGUET *et al*, 2006)

Groupe de paramètres	Paramètres	A1		A2		A3	
		G	I	G	I	G	I
Paramètres organoleptiques	Coloration (après filtration simple) mg/l (échelle Ft).	10	20	50	100	50	200
Paramètres physico-chimiques	-Conductivité µs/cm à 20°C	1000		1000		1000	
	-Température °C	22	25	22	25	22	25
	-pH (unités pH)	6,5-8,5		5,5-9		5,5-9	
	-Chlorures (mg/l)	200		200		200	
	-Sulfates (mg/l, SO ₄)	150		150		150	
	-Matières en suspension (mg/l)	25	250	25	250	25	250
	- DBO ₅ à 20°C (mg/l. O ₂)	<3		<5		<7	
	- DCO (mg/lO ₂)			30		30	
	-Taux de saturation en oxygène dissous (%O ₂)	>70		>50		>30	
Paramètres concernant les substances indésirables	-Nitrates (mg/l. NO ₃)	25	50		50		50
	-Ammoniaque (mg/l. NH ₄)	0,05		1	1,5	2	4
	-Fer dissous (mg/l. Fe)	0,1	0,3	1	2	1	
	-Manganèse (mg/l. Mn)	0,05		0,1		1	
	-Cuivre (mg/l. Cu)	0,02	0,053	0,05		1	
	-Zinc (mg/l. Zn)	0,5		1	5	1	5
	-Phosphore (mg/l. P ₂ O ₅)	0,4	1,5	0,7		0,7	
	-Fluor (mg/l. F)	0,7-1		0,7-1,7		0,7-1,7	
	-Bore (mg/l. B)	1		1		1	
Paramètres concernant les substances toxiques	-Baryum (mg/l. Ba)		0,7		1		1
	-Arsenic (µg/l. As)		10		50	50	100
	-Cadmium (µg/l. Cd)	1	5	1	5	1	5
	-Cyanures (µg/l. CN)		50		50		50
	-Chrome total (µg/l.Cr)		50		50		50
	-Plomb (µg/l. Pb)		10		50		50
	-Mercure (µg/l. Hg)	0,5	1	0,5	1	0,5	1
	-Sélénium (µg/l. Se)		10		10		10
	-Hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA) µg/l.		0,2		0,2		
Paramètres microbiologiques	-Coliformes totaux 37°C (100 ml)	50		5000		50000	
	-Escherichia coli (100ml)	20		2000		20000	
	-Entérocoques (100ml)	20		1000		10000	
	-Salmonelles	Abs dans 5000ml		Abs dans 5000 ml			

Annexe III: Normes de potabilité

Le tableau indiquant les concentrations maximales admissibles algériennes (chimiques et bactériologiques) pour des eaux différentes.

Paramètres	Unité	Concentration maximale admissible	Méthode	Observations
I- Eau transportée sous canalisation				
I-1-Eau traitée prélevée à l'entrée du réseau				
Coliformes fécaux	Nbr / 100ml	0	NA 764	Turbidité < 1 NTU pour la désinfection au chlore, il est préférable que le pH < 6
Coliformes	Nbr. / 100 ml	0	NA 764	Chlore libre résiduel 0,2 à 0,5 mg/l après 30 mn.(minimum de contact
I-2 Eau non traitée à l'entrée du réseau				
Coliformes fécaux	Nbr/ 100 ml	0	NA 764	
Coliformes	Nbr/ 100 ml	0	NA 764	Dans 98% des échantillons examinés au cours de l'année dans le cas de gros débit et d'échantillons prélevés en nombre suffisant.
Coliformes	Nbr/100 ml	< 10	NA 764	Occasionnellement, mais jamais des prélèvements consécutifs.
I-3 Eau prélevée dans le réseau				
Coliformes fécaux	Nbr./100 ml	0	NA 764	
Coliformes	Nbr./ 100 ml	0	NA 764	Dans 98% des échantillons examinés au cours de l'année dans le cas de gros débits et d'échantillons prélevés en nombre suffisant
Coliformes	Nbr./ 100 ml	< 10	NA 764	Occasionnellement, mais jamais dans des prélèvements consécutifs.

Facteurs physico-chimiques

Paramètres	Unité	Niveau guide	Concentration maximale admissible	Méthodes	Observations
Conductivité	µs/cm à 23 °C	-	2800	NA 749	En correspondance avec la minéralisation des eaux.
Résidu Sec	mg/l après séchage à 105°C	-	2000	NA 6356	
Dureté Totale	mg/l Ca CO ₃	200	500	NA 752	
Calcium	mg/l	75	200	NA 1655	La teneur en Magnésium est calculée à partir de la différence entre la teneur en calcium + Magnésium et la teneur en Calcium
Magnésium	mg/l	-	150	NA 752 Et NA 1655	
Sodium	mg/l	-	200	NA 1652 Ou NA 1653	
Potassium	mg/l	-	20	NA 1652 Ou NA1653	
Sulfates	mg/l	200	400	NA 6361	
Chlorures	mg/l	200	500	NA 6362	
Nitrates	mg/l	-	50	NA 1656	
Nitrites	mg/l	-	0,1	NA 1657	
Ammonium	mg/l	0,05	0,5	NA 1879 Ou NA1852	
Phosphate	mg/l	-	0,5	NA 2364	
Oxydabilité au KmnO ₄	mg/l	-		NA 2064	Mesure faite à chaud et en milieu solide.
Aluminium	mg/l	-	0,2	NA 6372	

Facteurs indésirables ou toxiques

Paramètres	Unité	Niveau Guide	Concentration Maximale Admissible	Méthodes	Observations
Argent	mg/l	-	0,05	NA 6673	
Arsenic	mg/l	-	0,05	NA 2363	
Barium	mg/l	-	01	NA 6074	
Cadmium	mg/l	-	0,01	NA 2362	
Cyanures	mg/l	-	0,05	NA 1766	
Chrome	mg/l	-	0,05	NA 6375	
Cuivre	mg/l	0,05	1,5	NA 2362	
Fer	mg/l	-	0,3	NA 2422	
Fluor	mg/l	0,3	02	NA 6376	
Manganèse	mg/l	-	0,5	NA 6376	
Mercure	mg/l	-	0,001	NA 2761 Ou NA 2763	
Plomb		-	0,05	NA 2362	
Hydrogène Sulfuré	µg/l	-	0,02	NA 6365	Non décelable organoleptiquement
Sélénium	µg/l	-	0,61	NA 6364	
Zinc	µg/l	-	05	NA 2362	
Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques (HPA)	µg/l	-	0,2	NA 6366	Substance de référence Fluoranthène Benzo 3,4 Fluoranthène Benzo 11,12 Fluoranthène Benzo 3,4 pyrène Benzo 1,12 pérylène Indo (1,2,3) Pyrène HAP Totaux : 4µg/l à titre indicatif
Pesticides et produits apparentés - Au total - Par substances individualisée	µg/l µg/l	- -	0,5 0,1	NA 6368	On entend par pesticides et produits apparentés : <u>Les insecticides</u> - Organochlorés persistants - Organophosphorés - Carbamates <u>Les herbicides</u> <u>Les fongicides</u> <u>Les POB et POT</u>
Détergents	µg/l	-	0,2	NA 2423	
Phénols	µg/l	-	02 20	NA 2065	S'il y a chloration à l'exclusion des phénols naturels qui ne réagissent pas au chlore. S'il n'y a pas de chloration

Normes internationales

Matières Dissoutes (mg/l)	Valeur Guide OMS	Valeur UE	Valeur Limite Admissible TVO	Valeur tolérable
Résidu sec	-	1500	1000	500
Aluminium (Al^{3+})	-	0,05 – 0,2	0,2	-
Ammonium (NH_4^+)	0,05	0,05 – 0,5	0,5	0 – 0,1
Arsenic (As)	0,05	-	0,04	-
Barium (Ba^{2+})	1,0	-	-	-
Cadmium (Cd^{2+})	0,01	0,005	0,005	-
Calcium (Ca^{2+})	-	-	70	-
Carbonathärte(in °dh)	-	-	08	2 – 5
Chlorures (Cl^-)	200 – 600	25	30	0 – 20
Hydrocarbures chlorés	-	-	0,025	-
Chrome (Cr(VI))	0,05	-	0,05	-
DCO	-	12	-	-
Cyanures(CN^-)	0,05	-	0,005	-
Détergents (anionique)	0,2	0,2	-	-
Fer ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$)	0,1	0,05 – 0,2	0,1	0 – 0,05
Fluore (F^-)	0,8 – 1,3	1,5 (8-12°C) 0,7 (25 – 30°C)	1,5	-
Dureté totale °dH	1 – 5	10	10	3,5
Kalium (K^+)	-	-	12	-
Kohlendioxid(CO_2) (freie aggressive Kohlensaure	0	-	1 3	0 1-2
Kupfer (Cu^{2+})	0,05	0,1	0,05	-
Conductivité (µs/cm)	-	400 (20°C)	300	-
Magnésium (Mg^{2+})	<30 ($\text{SO}_4^{2-} > 250$) <125 $\text{SO}_4^{2-} < 250$)	30	60	6,6 – 30
Manganèse (Mn^{2+})	-	-	0,03	0 – 0,01
Sodium (Na^{2+})	-	-	150	0 – 10
Dureté non carbonate	-	-	10	0 – 5
Nickel (Ni^{2+})	-	-	0,05	-
Nitrate (NO_3^-)	10	25	50	0 – 10
Nitrite (NO_2^-)	-	0,1	0,1	0
pH	-	6,5 – 8,5	6,5 – 7,5	7,1 – 7,5
Phénols	0,01	0,000	-	-
Phosphorpentoxid (P_2O_5)	-	5	-	-
Phosphate (PO_4^{3-})	-	0,02	0,02	0 – 0,1
HPA	0,0002	-	0,0002	-
Quecksilber($\text{Hg}, \text{Hg}^+, \text{Hg}^{2+}$)	-	-	0,001	-
Sauerstoff (O_2)	≥ 5	-	10	6 – 8
Saturation Oxygène %	-	≥75	-	-
Selen(Se(VI))	0,01	-	0,003	-
Schwefelwasserstoff (H_2S)	0,5	0	-	-
Sulfate (SO_4^{2-})	250	25 - 250	250	0 – 25
Sulfite (SO_3^{2-})	-	2 – 3	0,003	-
Tétrachlorométhan (CCl_4)	-	-	0,003	-
Zink (Zn^{2+})	5	0,1	2	-

Résumé

Ce travail consiste à caractériser et évaluer les paramètres physico-chimique de l'eau de la barrage de Taksebt en vue de sa potabilisation ainsi le suivi des étapes et les processus de traitements au niveau de la station monobloc de Taksebt en se basant sur l'évolution des différents paramètres physico-chimique à tous les niveaux en vu de proposer des recommandations afin d'améliorer la qualité de l'eau.

Après classification de l'eau de barrage de Taksebt, cette dernière présente une qualité moyenne du point de vue physico-chimique et peut être utilisée pour l'alimentation en eau potable après traitements.

La qualité de l'eau est sensiblement améliorée après traitement puisque les valeurs obtenues sont au dessous des valeurs guides données par l'OMS appliquées pour l'Algérie sauf que le chlore résiduel est très élevé. Afin d'améliorer les paramètres de qualité de l'eau produite au niveau de cette station, l'installation d'un bassin de décantation avant la chaîne de traitement et d'un filtre constitué d'au moins de deux couches, et l'emplacement d'un réservoir pour l'eau traitée après l'étape de désinfection s'avère nécessaire.

Mots clés: barrage ,qualité, traitement, paramètres physico-chimiques, eau potable...etc.

Abstract

This work consist to characterize and evaluate physico-chemical parameters of water of Taksebt dam for their drinkable and the following of treatments steps and process in Taksebt monobloc station by basing on evolution of different physico-chemical parameters in all level and propose the recommendations for improve the quality of water.

After clarification of Taksebt dam water ,this presents an average physico-chemical quality and can be used for the supply of drinking water after treatment.

The quality of water is improved after treatments because the geted values are under guide values given by OMS applied for algeria except for residual chlore is more elevated. For improve the quality parameters of water product in the station , installation of basin decantation after treatment chain , filtered compose of two couches and place tank for treated water after disinfections steps proves necessary.

Key words: dam, quality, treatment, physicochemical parameters, drinking water ... etc.