

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques
et des Sciences Agronomiques



Département des Sciences Agronomiques

Mémoire de Fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master
Spécialité: Traitement et valorisation des ressources hydriques



*Suivie de l'évolution de la concentration de
l'aluminium par la méthode LCK 301 des eaux du
barrage de TAKSEBT*

Réalisé par:

M^{elle} Bourbas Ferrodja

&

M^{elle} Houamdi Saliha

Présenté devant le jury :

M ^{me} . BOUDIAF.NAIT KACI.M.	Présidente du Jury	Maître de conférences (B) UMMTO.
M. METAHRI M S.	Promoteur	Maître de conférences (A) UMMTO.
M ^{me} BERROUANE N.	Co-promotrice	Maître assistante classe (A) UMMTO.
M. BERRADJ O.	Examineur	Maître assistant classe (A) UMMTO.
M. SI TAYEB H.	Examineur	Maître de conférences (B) UMMTO.

2015-2016



Remerciements

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à exprimer nos reconnaissances et sincères gratitudees à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

*Nos profonds remerciements s'adressent particulièrement à notre promoteur **Mr. METAHRI.M. S** pour son aide et ses conseils et à notre Co-promoteur **M^{me} BERROUANE N.** De nous avoir prodiguées tout au long de notre travail et pour sa disponibilité.*

*Nous tenons à remercier **M^{me}. BOUDIAF.M** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury et pour tout les efforts qu'elle a fourni à notre égard.*

*Nous tenons à remercier **Mr. BERRADJ .O** et **Mr.SI TAYEB.H** de nous avoir fait l'honneur d'examiner notre travail.*

*Nos reconnaissances s'adressent à l'ensemble des techniciens de laboratoires **SEEL** qui nous à accueillie et fourni le cadre nécessaire à la réalisation de ce travail.*

*(M^{me} **CHIKHI.A**, Mr **HADDADI.N**, M^{me} **KHEIALI.M**, M^{elle} **AKLIOUATE. S**)*

Férroudja Et Saliha





Dédicaces

Avec l'aide et la grâce de Dieu

On a achevé ce modeste travail dont je dédie :

A mon cher papa pour sa compréhension,

Sa patience et son soutien moral et financier.

A ma chère maman pour son amour

Et sa tendresse.

A mes chères sœurs Nadia et Dehbia.

A mes deux chers neveux Lounis et Mouhamed.

A mon adorable frère LAMARA

A mes chères tantes AZIZA et ZAHIA

A mes oncles, mes cousins et cousines chacun son nom

A Mon cher binôme Saliha

A toute ma famille et mes amis (e)

A toute la promotion TVRH 2016

Férroudja





Dédicaces

Avec l'aide et la grâce de Dieu

On a achevé ce modeste travail dont je dédie :

A mon cher papa pour sa compréhension,

Sa patience et son soutien moral et financier.

A ma chère maman pour son amour

Et sa tendresse.

A ma chère grand –mère « Farroudja» que

Dieu la garde pour nous

A mes chères sœurs, Fariza, Nouara, Naima.

A mes deux chers frères Younes et Ghiles.

*A mes tantes, mes oncles, mes cousins et cousines chacun
son nom.*

A Mon cher binôme Djoudja

A toute ma famille et mes ami(e)s

A toute la promotion TVRH 2016

Saliha



LISTE D'ABREVIATIONS

Al ³⁺	: Ions Aluminium
AEP	: Alimentation en Eau Potable
BGN	: bacilles gram négatifs
CAP	: Charbon active
CGP	: Cocci à Gram positif
CO ₂	: Dioxyde de Carbone
DBO ₅	: Demande biochimique en oxygène
DCO	: Demande chimique en oxygène
°F	: Degrés français
Fe	: Fer
H ⁺	: ion hydrogène
MES	: Les matières en suspension
Mg/l	: Milligramme par litre
Mn	: Manganèse
MTH	: Maladies à Transmission Hydrique
NTU	: Néphélométrique Turbidité Unité
O ₂	: Oxygène
O ₃	: Ozone
OH ⁻	: Ions hydroxide
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé

PH : potentiel Hydrogène
 $\mu\text{g/l}$: Micro gramme par litre
 μm : Micro mitre
UFC : Unité fondamentale colonie
UV : ultra-violet

Liste des figures

Figure 01 : Etapes de traitement des eaux de surfaces.....	21
Figure 02 : Abondance des éléments chimiques dans la croûte terrestre.....	27
Figure 03 : Espèces ioniques et moléculaire de l'aluminium dans l'eau	30
Figure 04 : Sulfate d'aluminium	32
Figure 05 : Localisation du barrage de Taksebt.....	35
Figure 06 : Localisation de la station de traitement des eaux potables Taksebt	36
Figure 07 : Chambre d'arrivée de l'eau brute	40
Figure 08 : Injection de Cl ₂ en pré-chloration.....	40
Figure09 : Injection de CAP	41
Figure10 : Injection de Permanganate de potassium.....	41
Figure11 : Injection de Sulfate d'alumine	42
Figure12 : Injection de l'Acide sulfurique	42
Figure13 : Décanteurs (Pulsa tube).....	43
Figure14 : Les filtres à sable AQUAZUR V.....	44
Figure15 : Épaississeur.	45
Figure 16 : Schéma générale du fonctionnement de la station du traitement Taksebt.....	46
Figure 17 : Les différentes robinets sur les qu'elle s'effectue les prélèvement aux niveaux de laboratoire Taksebt	48
Figure 18 : Apparition de l'aluminium dans le milieu acide avec le Chromazurole.....	50
Figure 19 : Acidification des échantillons.....	50
Figure 20 : Spectrophotomètres types DR 6000 (HACH –LANGE).....	51
Figure 21 : Evaluation de la Température et le PH de l'eau en fonction du temps.....	53
Figure 22 : Evaluation de la Turbidité et l'Aluminium de l'eau brute en fonction du temps.....	54

Figure 23 : Variation des concentrations d'Al ³⁺ dans le décanteur filière 01 en fonction de temps.....	55
Figures 24 : Variation des concentrations d'Al ³⁺ de l'eau sortie décanteur filière 02 en fonction de temps.....	55
Figure 25: Variation des concentrations d'Al ³⁺ de l'eau sortie filtre filière 01 en fonction de temps... ..	56
Figure 26 : Variation des concentrations d'Al ³⁺ de l'eau sortie filtre filière 02 en fonction de temps.....	57
Figure 27 : Evaluation de la Température et le PH de l'eau traitée Taksebt en fonction de temps.....	57
Figure 28 : Evaluation de la turbidité et l'aluminium de l'eau traitée Taksebt en fonction de temps.....	58
Figure 29: Comparaison de la teneur d'Al ³⁺ (mg/l) entre l'eau brute et l'eau traitée du barrage de Taksebt.	59

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principale différence entre les eaux de surface et les eaux souterraines.....	4
Tableau 2 : Qualité de l'eau en fonction de la quantité d'oxygène (DBO ₅)	14
Tableau 3 : Dérivés des sels d'aluminium et de fer.....	31
Tableau 4 : Caractéristiques de la station de traitement de Taksebt	37
Tableau 5 : Tableau récapitulatif des différentes analyses de l'eau brute sur une durée d'un mois de stage	38

Sommaire

Introduction	1-2
---------------------------	------------

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Les eaux de surface

1. Caractéristiques des eaux naturelles.....	3
1.1 Des eaux de souterraines	3
1.2 Des eaux de surfaces	3
1.3 Différences entre eaux de surfaces et eaux souterraines	4
2. pollution des eaux.....	5
2.1. Différents types de pollutions	5
2.1.1 Pollution physique.....	5
2.1.2.Pollution chimique.....	6
2.1.3. La pollution organique.....	6
2.1.4 La pollution biologique	7
2.2. Maladies à transmission hydriques	7
3. paramètres et normes de qualité des eaux naturelles.....	8
3.1 Paramètres organoleptiques	8
3.2 Paramètres physico-chimiques	9
3.3 Paramètres indésirables	12
3.4 Paramètres de pollution	13
3.5 paramètres de toxicité.....	16
3.6 Paramètres bactériologiques	17
4 . Définition des eaux potable.....	18
4.1 Critères de potabilité	19
4.2. Normes des eaux potables	19

Chapitre II: Traitement des eaux superficielles

1. Définition de traitement	20
2.Importance du traitement.....	20
3. Les différents procédés de traitement	21
3.1. Prétraitement	21
3.1.1. Dégrillage.....	22
3.1.2. Tamisage	22

Sommaire

3.1.3. Dessablage	22
3.1.4. Pré- chloration.....	22
3.2. Traitement physico-chimiques	23
3.2.1 Clarification	23
3.2.1.1 Coagulations floculation	23
3.2.1.2 Décantation :	24
3.2.1.3 La filtration :	24
3.2.2. Désinfection :.....	24
3.2.2.1 Désinfection par le chlore et ses dérivées :.....	25
3.2.2.2 Désinfection par l’ozone	26
3.2.2.3 Désinfection par l’ultra-violet.....	26

Chapitre III : Aluminium

1. Origine.....	27
2. Propriétés physico-chimiques	28
2.1.Propriétés physiques.....	28
2.2. Propriétéschimiques.	28
3. Distribution et transfert de l’Aluminium dans le milieu naturel	28
3.1. Dans les sols	29
3.2. Dans l’air	29
3.3. Dans l’alimentation.....	29
3.4. Dans l’eau	30
4. Méthodes Dosage de l’aluminium	32
5. Utilisation de l’aluminium	33
6. Toxicité de l’aluminium	33
6.1.Toxicité dans les organismes aquatiques	33
6.2.Toxicité chez les Végétaux	34
6.3- Toxicité chez l’homme.....	34

Sommaire

PARTIE EXPERIMENTAL

Chapitre I: Matériels et Méthodes

1. Présentation de la région d'étude	35
1.1. Situation géographique du barrage Taksebt	35
1.2. Présentation de la station de potabilisation	36
1.3. Capacité de la station	37
1.4. Qualité de l'eau d'entrée	37
1.5. Chaîne de traitement	39
1.6. Présentation des procédés de traitement de la station	39
1.7. Qualité de l'eau de sortie	47
2. Analyse et interprétation	47
2. 1. Objectif.....	47
2. 2. Echantillonnage	47
2.3. Matériels et Produits :.....	48
2.4. Méthodes expérimentales et analytiques	48
1. Mesure de la turbidité.....	48
2. Mesure du pH	49
3. Dosage d'Aluminium par méthodes kit LCK 301 :	49
4. Mesure de l'échantillon et le QC dans le spectrophotomètre d'absorption moléculaire	51

Chapitre II: Résultats et Discussion

Interprétation des résultats: 53

Conclusion.....60-61

Références bibliographiques

Annexe

Sommaire

Introduction

Introduction

L'eau est un élément essentiel à la vie, elle représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants, la molécule d'eau est l'association d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène sous le symbole H₂O. L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, elle se congèle à 0°C, elle se transforme en vapeur à 100°C qui est sa température d'ébullition, mais ces principales caractéristiques sont qu'elle est inodore, incolore et sans saveur (*HAMED et al ; 2012*).

En même temps une amie et un ennemi de l'homme. Elle est d'une absolue nécessité pour l'hygiène individuelle et collective et pour la quasi-totalité des activités humaines .partout dans le monde, une eau saine et propre est indispensable au confort, à la santé et à la survie de l'homme (BOUZIANI; 2000).

Cependant, à notre époque où l'homme a accompli des prouesses technologiques dans tous les domaines, on remarque qu'une grande partie de l'humanité n'a pas encore accès à une eau de boisson suffisante et saine et à de bonnes conditions d'assainissement (BOUZIANI ; 2000).

Sans cette matière simple et complexe en même temps, sans elle la vie sur terre n'aurait jamais existé .elle reprisent un élément noble qu'on doit protéger pour les générations futures, et pour cela la technologie moderne nous a permis la conception des stations de traitement des eaux. Pour pallier aux problèmes de pollution qui menacent la potabilité de l'eau (*HAMED et al ; 2012*).

Dans le traitement de clarification d'une eau de surface on utilise les sels d'aluminium ou de fer comme coagulant, la présence de ces produits dans l'eau peut poser un problème majeur d'ordre écotoxicologique.

En effet, la présence de l'aluminium est nocive pour l'environnement, elle peut limiter la fertilité des sols acides et le développement des plantes et favoriser la maladie d'Alzaimer (CHERIFI ; 2013).

Les teneurs en Aluminium dans les eaux de distribution de TAKSEBT sont elle respecter ?

L'objectif de ce travail consiste à faire :

- évaluer les paramètres physico-chimiques.

Introduction

- évaluations des concentrations en l'aluminium, dans les différents ouvrages du traitement des eaux de surface de la station de Taksebt : de l'entrée de la station jusqu'à la sortie du réservoir.

Ce manuscrit est structuré autour de deux parties suivies d'une conclusion générale.

La première partie dédiée à la recherche bibliographique est divisée en trois chapitres : le premier concerne la caractérisation et la dépollution des eaux de surfaces. Le deuxième chapitre présente les différents types de traitement des eaux superficielles ; le dernier chapitre et une présentation globale des caractéristiques de l'élément étudié « l'Aluminium ».

La seconde partie dédiée à l'expérimentation est focalisée sur les résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau, et spécialement sur la teneur de l'aluminium. Enfin, nous terminons notre travail par une conclusion générale.

Partie Bibliographique

Chapitre 1

L'eau de surface

L'importance de l'eau ne cesse de croître et l'approvisionnement en eau douce devient ainsi de plus en plus difficile, tant en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie, que du développement moderne. Sous la pression des besoins considérables de la civilisation moderne, on est passé de l'emploi des eaux de source et de nappe, à une utilisation de plus en plus excessive des eaux de surface. Simultanément, les causes de pollution se sont étendues ; celle-ci est devenue plus variée, la pollution permanente est liée aux rejets industriels, aux eaux usées d'origine urbaine, à l'emploi dans l'agriculture des pesticides et des engrais (Jean RODIER et al ; 2005).

L'eau destinée à l'approvisionnement de la population peut être d'origine superficielle ou souterraine. Les eaux de surface, et de ruissellement sont représentées par les fleuves et par les lacs, ce sont des eaux de moins bonne qualité elles sont presque toujours contaminées et elles doivent être correctement épurées avant tout usage domestique. Les nappes souterraines produisent généralement une eau de bonne qualité, elles sont plus difficiles à exploiter (BOUZIANI ; 2000).

1. Caractéristiques des eaux naturelles

Les eaux naturelles peuvent être soit :

1.1 Des eaux souterraines

Les eaux souterraines, sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Puisque les caractéristiques de ces eaux varient très peu dans le temps, les usines de purification n'ont pas à résoudre les problèmes dus aux variations brusques et importantes de la qualité de l'eau brute (DESJARDINS R ; 1990).

Elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique, elles se réunissent en nappes (HAMED et al ; 2012).

1.2 Des eaux de surfaces

Elles ont pour origine soit les nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau caractérisé par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserve naturelle (lacs,..) ou artificielles (retenue barrage) caractérisée par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour appréciable (DEGREMONT ; 2005).

1.3 Différences entre eaux de surfaces et eaux souterraines :

Les éléments caractéristiques des eaux de surface par rapport aux eaux souterraines sont résumés dans le tableau (1) :

Tableaux (1) : principale différence entre les eaux de surface et les eaux souterraines

(DEGREMENT ; 1989).

Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	variable suivant la saison.	Relativement constante.
Turbidité	Variable.	Faible ou nulle.
MES	Parfois élevée.	Sauf au terrain karstique.
Couleur	Liée surtout aux MES (argiles ; algues) ; acide humiques.	Liée aux matières en solution.
Minéralisation globale	Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets	Sensiblement constante, en générale plus élevée que dans les eaux de surfaces de la même région.
Fe⁺⁺ et Mn⁺⁺	Généralement absents, sauf en profondeur des pièces d'eaux, en état d'eutrophisation.	Généralement présents.
Co₂	Généralement absent.	Souvent présent en grande quantité.
O₂ dissous	Le plus souvent au voisinage de la saturation. Absent dans le cas d'eaux très polluées.	Absent la plupart du temps.
H₂S	Généralement absent.	Souvent présent.
NH₄⁺	Présent seulement dans les eaux pollués.	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
NO₃⁻	Absent en générale.	Teneur parfois élevée.
Si₂O₃	Teneur en général modérée.	Teneur souvent élevée.
Micropolluants (minéraux et organique).	Présent dans les eaux de pays développées, mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source.	Généralement absent mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps.
Éléments vivants.	Bactéries (dont certaines pathogènes), virus ; plancton (animal, végétal).	Ferro-bactéries fréquentes.
Solvant chlorés.	Rarement présents.	Souvent présents.
Caractères eutrophie.	Fréquent accentué par les températures élevées.	Nom.

A travers ce tableau on peut retenir que les eaux de surfaces sont plus vulnérable face au divers polluants (physiques, chimiques ; organiques, biologiques) 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.

2. pollution des eaux

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et / ou perturbe la vie aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) ou souterraines. Les origines de la pollution des eaux sont variables et intimement liées aux activités humaines : pollution domestiques, urbaines, industrielles et agricoles. Les principales manifestations de la pollution des eaux de surface sont de nature chimique ou biologique et peuvent être pathogènes pour l'homme (*HADDOU; 2010*).

2.1. Différents types de pollutions

2.1.1 Pollution physique

Elle est essentiellement industrielle, secondairement domestique. On peut distinguer trois types de polluants atomiques.

2.1.1.1 polluants mécaniques

Ils sont dus aux effluents solides rejetés par les usines, ces particules solides contribuent à l'altération de l'écosystème par perturbation de la photosynthèse en limitant la pénétration des rayons solaires. Elles peuvent aussi causer chez les animaux aquatiques des agressions mécaniques et des épithéliums (*KHALID ; 2011*).

2.1.1.2. Polluants thermiques

La pollution thermique est la conséquence du déversement dans le milieu aquatique (fleuves, eaux littorales) de quantités considérables d'eaux utilisées pour le refroidissement, surtout lors de la production d'énergie électrique par les centrales thermiques ou nucléaire (*FESTY et al ; 2003*).

2.1.1.3. Polluants radioactifs

La source majeure réside dans les rejets chargés d'éléments radioactifs issus d'explosion nucléaires et des résidus des usines utilisant l'énergie atomique. (KHALID ; 2011).

2.1.2. Pollution chimique

La pollution chimique d'une eau est autrement plus complexe et peut provenir de plusieurs sources. On distingue selon la nature de la pollution chimique :

- Les éléments chimiques organiques.
- Les éléments chimiques minéraux (LOUNNAS ; 2009).

Par exemple :

- Sodium et chlorure.
- Nitrates, principalement issue d'engrais agricoles, d'effluents domestique et industrielle.
- Phosphates provenant des lessives et des engrais. Ils participent directement au processus d'eutrophisation.
- Métaux lourds (plomb, mercure, cadmium) d'origine industrielle ou artisanale. (FESTY et al ; 2003).

2.1.3. La pollution organique

Elle se traduit par plusieurs formes et origine différentes

1- les hydrocarbures : L'eau entraîne différents hydrocarbures ; lors de leur utilisation les hydrocarbures de par leur densité relativement faible par rapport à l'eau forment des films de surface et empêchent toute oxygénation de celle-ci occasionnant des asphyxies de la faune et de la flore (MIZI ; 2006).

2-les huiles et graisses : se sont des éléments rejetés généralement par les eaux domestiques telles que les graisses animales, et les huiles végétales. Leur décomposition en milieu aérobie se traduit par une libération du CO₂, et en anaérobiose, il y a formation de CO₂ et CH₄. (HAMED et al ; 2012).

3- les pesticides : Ces composés chimiques proviennent essentiellement des lessivages des terres agricoles, ils se retrouvent dans les oueds ou les retenues d'eaux, rarement au niveau des stations d'épurations ils représentent une forme de pollution très difficile à maîtriser car répandus dans les champs agricoles (MIZI ; 2006).

4-les phénols : Les produits phénoliques proviennent en général d'activités industrielles, ils donnent à l'eau un goût marqué de chlorophénol lorsqu'il est en présence de chlore ; ces produits sont souvent biodégradables ceci dépend de leur composition (MIZI ; 2006).

5- Les détergents : Ces composants proviennent aussi bien d'activités industrielles que domestiques. Leur propriété tension active leur attribuent de grandes capacités de flottation, et constituent un risque pour les opérations de décantation et d'aération des stations d'épuration.(MIZI ; 2006).

2.1.4. La pollution biologique

L'eau peut contenir des micro-organismes pathogènes tels que les bactéries comme (salmonella), les virus (hépatite A) et les protozoaires (Toxoplasme, cryptosporidium).

La pollution microbiologique a souvent pour source des eaux usées improprement traitées ou des eaux de ruissellement provenant d'installation d'élevage et se déversant dans les cours d'eaux .Des épidémies peuvent émerger et limiter les usages que l'on peut faire de l'eau (HADDOU, 2010).

2.2. Maladies à transmission hydriques

Les maladies liées à l'eau sont une tragédie humaine. Il s'agit de plusieurs groupes d'affection qui tuent encore des millions de personnes et empêchent des millions d'individus de mener une vie saine et productive.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que plus d'un milliard de personnes à travers le monde n'ont pas accès à un approvisionnement en eau saine quotidiennement.

Actuellement, on remarque que les maladies liées à l'eau de plus en plus répandues et qu'elles présentent des variations considérables sur le plan de leur nature et de leur mode de transmission (voire annexe).

On peut les répartir en trois catégories :

- Les maladies à transmission hydrique causées par les micro-organismes fécaux –oraux et les substances toxiques.
- Les maladies à support hydrique dues aux organismes aquatiques.

- Les maladies transmises par les nombreux vecteurs évoluant dans l'eau (moustiques, mouches Tsé-Tsé), dont les plus graves affections sont représentées par le paludisme et la fièvre jaune (BOUZEIANI ; 2000)

D'autres catégories de maladies liées à l'eau sont moins bien estimées, par manque d'hygiène : Telles que les infections cutanées (dermites infectieuses, gale, trachome), des maladies de privation d'eau (les stress et pénuries d'eau) et les affections dues au portage de l'eau.

Parmi les affections hydriques dont l'impact sur la santé publique est important, on distingue surtout les maladies hydriques d'origine bactérienne (BOUZEIANI ; 2000).

3. paramètres et normes de qualité des eaux naturelles

Les paramètres à évaluer dans les analyses physico-chimiques sont présentés dans ce qui suit :

3.1-Paramètres Organoleptiques

1-Couleur

La coloration de l'eau est due à la présence de matières organiques colloïdales en solution ou en suspension. Une eau colorée n'est pas agréable pour les usages domestiques et en particulier pour la boisson, car elle provoque toujours un doute sur sa potabilité. Les eaux profondes sont rarement colorées, mais les eaux de surface ont souvent une turbidité élevée.

Les eaux chargées prennent souvent une coloration jaune verdâtre (BOUZEIANI; 2000).

2-Odeur et goût

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. Ces substances sont en général en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire. Le sens olfactif peut seul, parfois, les déceler (Jean RODIER et al ; 2009).

3.2 -Paramètres physico-chimiques

1-Les caractéristiques physico-chimiques

Il s'agit des caractéristiques de l'eau telles que le pH, la température. Ces caractéristiques sont en relation avec la structure naturelle de l'eau, et la nature des sols qu'elle traverse. (DEGREMENT ; 2008).

1- Température

La température de l'eau joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation (odeur ou saveur) .La clarté, le goût, sont les facteurs les plus appréciées pour une eau de boisson.

Les eaux souterraines ont généralement une Température constante, mais celles des eaux de surface varie selon plusieurs facteurs saisonniers et autres (BOUZIANI ; 2000).

2- PH

Le pH sert à quantifier la concentration en ions H^+ de l'eau qui lui confère son caractère acide ou basique, le pH des eaux naturelles est lié à la nature des sols traversés et varie habituellement entre 7.2 et 7.6. Les eaux très calcaires ou siliceuse ont un pH faible ; de l'ordre de 7 et ou inférieur. En pratique, les eaux ayant un pH supérieur à 8 ou inférieur à 6 sont rares, mais on peut rencontrer des Ph plus élevés dans des situations d'eutrophisation d'eaux stagnante (FRANCK ; 2002).

3- Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. La turbidité peut être évaluée par un certain nombre de méthodes qui sont pratiqués suivant les nécessités sur le terrain ou au laboratoire (Jean RODIER et al ; 2005).

4- Conductivité et minéralisation

La mesure de la conductivité permet d'avoir très rapidement une idée sur la concentration de l'eau en sels dissous. Une conductivité élevée traduit soit des PH anormaux, soit le plus souvent une salinité élevée, comme elle peut conduire à un entartrage des conduites si l'excès est du aux ions de calcium. Elle est mesurée avec un conductimètre (LADEL ; 2002).

5- Oxygène dissous

L'eau contient toujours des gaz dissous, dont les concentrations dépendent notamment de la température ainsi que de la composition et de la pression de l'atmosphère gazeux avec laquelle elle est en contact (Jean RODIER et al ; 2009)

6- Matières en suspension

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont fonction de la nature des sols traversés, de la saison, de la pluviométrie, du régime d'écoulement des eaux, de la nature des rejets, etc. Les teneurs élevées en matières en suspension peuvent être considérés comme une forme de pollution (MAKHOUKH, al ; 2011).

Des teneurs élevées peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer l'oxygène dissous et limiter ainsi le développement de la vie aquatique (Jean RODIER et al ; 2009).

7- Minéralisation globale

1-Dureté totale

La dureté de l'eau ou titre hydrotimétrique (TH) est due aux ions métalliques polyvalents dissous, et correspond essentiellement à la présence de sels de calcium et de magnésium, elle est directement liée à la nature des terrains traversés (TAZIBT, OUAZAR ; 2011).

2- Titre alcalimétrique (T.A)

Le titre alcalimétrique permet de connaître la teneur en hydroxyde (OH^-), la moitié de la teneur en carbonates CO_3^{2-} et un tiers environ des phosphates présents (BOUBCHIR, NESSAH ; 2004).

3 - Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le titre alcalimétrique complet Correspond à la teneur en ions OH^- , CO_3^- et HCO_3^- . Pour des PH inférieur à 8.3, la teneur en ions OH^- et CO_3^- est négligeable ; dans ce cas $\text{TA}=0$ (BOUBCHIR, NESSAH ; 2004)

4 - Chlorures

Une surcharge en chlorures dans l'eau, peut être à l'origine d'une saveur désagréable surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium Na Cl. Les directives de l'union européenne et de

l'O.M.S précisent qu'au-delà d'une concentration de 200 mg/l de chlore (Cl^-) des risques peuvent survenir sur le plan sanitaire (BOUZIANI ; 2000).

5- Calcium

Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure. Les eaux de pluies et de cuisines ne renferment que des traces (LADEL ; 2002).

Origine généralement naturelle (dissolution de calcaire, de gypse), sa teneur varie entre 1 et 200 mg /l de Ca en eau douce, et d'environ 400 mg/l Ca en eau de mer.

La dissolution ou la précipitation de calcaire dépend de la teneur en CO_2 et du pH (équilibre Calco- carbonique).

On exprime souvent la teneur en calcium (et magnésium) par la dureté ou titre hydrotimétrique (TH), exprimés en degrés français ($^{\circ}\text{F}$) (GAUJOUS ; 1995).

6- Sodium

Le sodium est un élément dont les concentrations dans l'eau varient d'une région du globe à une autre. Le sodium de l'eau provient de la formation géologique contenant du chlorure de sodium (Na Cl) et de la décomposition des sels minéraux (BOUZIANI ; 2000).

Il n'existe pas de danger dans l'absorption de quantités relativement importantes, sauf pour certains malades hypertendus.

Pour les doses admissibles de sodium dans l'eau, il n'y a pas de valeur limite standard, cependant les eaux trop chargées en sodium deviennent saumâtres et prennent un goût désagréable. Le sodium est dosé par spectrophotométrie d'émission de flamme (LADEL ; 2002).

7 - Potassium

La teneur en potassium dans les eaux naturelle et de l'ordre de 10 à 15 mg/l. Certains rejets industriels peuvent augmenter la teneur en potassium dans les eaux (usines d'engrais, mines de potasse...) (BOUBCHIR, NESSAH ; 2004).

8- Magnésium

Son abondance géologique et sa grande solubilité ainsi que sa large utilisation industrielle font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes, allant de quelques milligrammes à plusieurs centaines de milligrammes par litre.

Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau. A partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau. Les teneurs en magnésium sont obtenues par la différence entre la dureté totale de l'eau et la dureté calcique (LADEL ; 2002).

9- Les sulfates

Ils proviennent des gypses présents dans le sol, et du lessivage des sulfates de l'air par précipitations.

Les SO_4^{2-} sont liés aux cations majeur Ca, Mg et Na ; la plupart des sulfates sont solubles dans l'eau ; ils peuvent être réduits en sulfure ; volatilisé dans l'air en hydrogène sulfureux H_2S et précipité en sel soluble ou assimilé par des organismes vivants (TAZIBT, OUAZAR ; 2011).

3.3 Paramètres indésirables

1 -Fer

Les eaux de surface peuvent contenir jusqu'à 0.5 mg/l de fer qui peut avoir pour origine la lixiviation des terrains traversés ou la pollution industrielle (BOUBCHIR, NESSAH, 2004).

2- Aluminium

En général l'aluminium susceptible d'être présent dans l'eau de distribution ne présente pas de caractère de toxicité pour les populations. 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 tri hydroxyde $\text{Al}(\text{OH})_3$ qui se dissout sous forme d'aluminate AlO_2 (LADEL ; 2002).

3- Le manganèse

Le manganèse est très répandu dans la nature ; dans l'eau à l'état soluble ou en suspension ou sous forme de complexes ; sa solubilité dépend du PH, de l'oxygène dissous, de la présence d'agents complexants (Jean RODIER et al ; 2009).

Le manganèse est généralement présent sous formes soluble ionisé Mn^{2+} parfois $MnOH^+$ (PH très alcalin) il peut former des complexes avec les bicarbonates, les sulfates et les silicates présent au même temps, ainsi qu'avec certaines matière organique ; le manganèse est souvent présent dans les eaux naturelles en association avec le fer et l'ammonium, mais il existe aussi des cas ou le manganèse est présent seul (DEGREMONT ; 2005).

4- Zinc

C'est un métal couramment répandu sur le globe (0.04 g/kg terre), se rencontre notamment à l'état naturel au niveau des gisements de plomb. La concentration du ce dernier dans l'eau naturelle est généralement faible et diminue encore par suite de l'absorption de celui-là dans les sédiments. La teneur de l'eau du robinet risque d'être beaucoup plus élevée, en général entre 0.01 et 1 mg/l, que dans les eaux de surface (POTELON ; 1998).

La présence de zinc dans les eaux de surface doit être rattachée a des activités industrielles (les rejets pétroliers, d'huiles de vidanges). Il peut communiquer à l'eau une opalescence variable avec la dureté (Jean RODIER et al ; 2009).

3.4 Paramètres de pollution

1- Les matières organiques

Éléments organiques retrouvés dans l'eau sont extrêmement diversifiés, ils peuvent être en suspension, en solution, ou formés par une phase différent (huile par exemple) (GAUJOUS; 1995).

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. L'inconvénient des matières organiques est qu'ils favorisent l'apparition de mauvais goûts qui pourront être exacerbés par la chloration. Une eau riche en matières organiques doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique. Leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium en milieu acide ou alcalin. Les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieure a 1 mg/l (LADEL ; 2002).

2- La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

C'est la quantité d'oxygène nécessaire pour la destruction ou la dégradation des matières organiques d'une eau par les micro-organismes du milieu. (Voire **Tableau n° 2**). Il s'agit d'un

paramètre mesurant l'oxydation biologique des matières organiques qui fait intervenir des réactions enzymatiques. Pour une eau naturelle superficielle (rivière, étang,...), ce paramètre traduit la consommation d'oxygène relative au phénomène d'auto épuration (MIZI, 2006).

Tableau 2 : qualité de l'eau en fonction de la quantité d'oxygène (DBO₅) (Jean RODIER et al ; 2009)

DBO ₅ (mg/l)	Qualité
DBO ₅ < 3 mg/l	Très bonne
3 < DBO ₅ < 5 mg/l	Bonne
5 < DBO ₅ < 8 mg/l	Moyenne
DBO ₅ > 8 mg/l	Mauvaise, voire très mauvaise.

3-Demande chimique en oxygène(DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est un paramètre qui donne une indication sur les quantités de substances chimiquement oxydables présentes dans l'eau. Il s'agit de la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder principalement les composés organiques présents dans l'eau (MIZI ,2006).

➤ Rapport DCO / DBO5 comme indice de biodégradabilité

Le rapport DCO / DBO5 détermine la possibilité et le rendement de dégradation que l'on peut Espérer par un traitement d'oxydation biologique.

Si le rapport DCO / DBO5 est inférieur à 3, on peut dire que l'effluent est facilement Biodégradable, un traitement biologique devant être capable d'éliminer l'essentiel de la Pollution (TAZIBT, OUAZAR ; 2011).

4-L'azote ammoniacal (NH₄⁺)

L'azote ammoniacal constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote dans son état primitif. C'est un gaz soluble dans l'eau, il existe en faible proportion (inférieure à 0.1 mg/l) dans les eaux naturelles. Il constitue un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par les effluents urbains. Dans les eaux superficielles, il provient de la matière organique azotée et des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère (MAKHOUKH et al ; 2001).

La présence d'ammonium en quantité importante est l'indice d'une contamination provoquée par des rejets d'origine humaine ou industrielle et aussi par la décomposition des

végétaux. Ce paramètre est souvent utilisé comme traceur des eaux usées domestiques (BOUBCHIR, NSSAH ; 2004).

5- Nitrites

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates. Une eau renfermant une quantité élevée de nitrites (supérieure à 1 mg/l) est considérée comme chimiquement impure (BOUZIANI ; 2000).

Les nitrites constituent le stade intermédiaire entre les ions ammonium (NH_4^+) et les nitrates (NO_3^-). Il est important de signaler que les eaux en contact avec certains terrains peuvent contenir des nitrites indépendamment de toute souillure (BOUBCHIR, NSSAH ; 2004).

6- Nitrates

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, ils représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé ; leurs concentrations dans les eaux usées non traitées sont faibles (MAKHOUKH M et al ; 2001).

Toutes les formes d'azote organique (ammoniacale, nitrite, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. L'élévation de la teneur en nitrates des eaux souterraines et superficielles est souvent liée au développement des élevages, à la fertilisation excessive des zones agricoles par des engrais, aux fientes et fumiers divers ainsi que les boues des stations d'épuration, etc. (BOUBCHIR, NSSAH; 2004).

7- Les phosphates

Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle : décomposition de la matière organique ; lessivage des minéraux, ou due aussi aux rejets industriels (agroalimentaire...etc.), domestiques (poly- phosphate des détergents), engrais (pesticides ...etc.) (HAMED ; 2012).

En l'absence d'apport en oxygène, les phosphates n'existent qu'à l'état de traces dans les eaux naturelles, leur introduction dans les eaux de surfaces (rivières, lacs) se fait par les eaux dont l'épuration est souvent insuffisante (HAMED ; 2012).

Le phosphore joue un rôle important dans le développement des algues, il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les réservoirs, les eaux des lacs et les rivières..., où elles contribuent à l'eutrophisation (BOUBCHIR, NSSAH ; 2004).

3.5 paramètres de toxicité

1- Arsenic (As)

L'arsenic se retrouve aussi bien dans les eaux de surface que dans les eaux souterraines. Dissout dans l'eau, il est incolore, insipide et inodore. Il ne peut donc être décelé qu'au moyen d'une analyse chimique. L'arsenic est habituellement combiné à d'autres éléments, avec lesquels il forme des composés organiques tels que inorganiques (TAZIBT, OUAZAR ; 2011).

Sa présence dans l'environnement et dans l'eau est à relier à un certain nombre de pollutions : rejets d'eaux résiduelles industrielles, combustion du charbon ou déchets, dépôts de résidus industriels, utilisation d'engrais phosphatés, d'herbicides, d'insecticides et de détergents (Jean RODIER et al ; 2009).

2- Cadmium (Cd)

Les sources les plus importantes d'émission de cadmium sont constituées par les eaux usées domestiques, les effluents industriels, en particulier les rejets de l'industrie minière, de la galvanoplastie (cadmiage) et la synthèse de produits chimiques comme les insecticides, les engrais phosphatés, les solvants et la fibre textile. Parmi les autres sources de cadmium, on distingue aussi les eaux de lessivage par les pluies, les rejets de cimenteries (BOUZIANI ; 2000).

3- Mercure (Hg)

Parmi les métaux lourds, le mercure constitue l'un des risques les plus importants de pollution de l'environnement, son potentiel d'accumulation dans les coquillages et dans la chair de poisson est considérable.

En plus des sources d'émissions naturelles (les émanations volcaniques et le lessivage des minerais), le mercure est surtout retrouvé couramment dans des sources artificielle : l'industrie chimique du chlore et de la soude, la fabrication d'appareillages électrique (accumulateurs, batteries, piles) et dans l'industrie pharmaceutique (BOUZIANI ; 2000).

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 (Jean RODIER et al ; 2005).

4- Plomb (Pb)

Constituent naturel de l'écorce terrestre, le plomb, largement distribué, se trouve dans de nombreux minéraux. Les mines et les fonderies de plomb contribuent également à la pollution de l'environnement. L'alimentation (légumes, céréales et fruits) constitue la principale source de plomb ingérée. Les eaux de surface peuvent atteindre des concentrations de l'ordre de 600 µg /l. Le plomb est facilement éliminé par certains traitements classiques (POTELON ; 1998).

3.6 Paramètres bactériologiques

Les analyses microbiologiques révèlent la contamination de l'eau par des microorganismes (bactéries, virus, parasites...etc.). Il existe deux types d'indicateurs bactériens pour l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau :

- Les germes aérobies mésophiles, qui sont des bactéries des milieux naturels et généralement sans danger pour l'homme et qui permettent d'estimer la qualité hygiénique d'une eau.
- Les bactéries *Escherichia coli* et les entérocoques, qui sont des indicateurs d'une contamination fécale. Leur présence dans une eau permet de supposer un risque de contamination (BEHLOUL ; 2009).

➤ Coliformes totaux :

Selon l'organisation internationale de standardisation , il s'agit de bacilles gram négatifs (BGN) non sporulés oxydase négative aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 °C et 37 °C.

Elles existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels (HAMED ; 2012).

➤ Coliformes fécaux

Le groupe des coliformes fécaux comprend les coliformes pouvant former des gaz en moins de 24 h à 44,5 °C

On retrouve les coliformes fécaux en grand nombre dans les intestins et les excréments des animaux à sang chaud. Étant donné que cette particularité est associée à la contamination fécale, on utilise de préférence les coliformes fécaux comme indicateurs de la qualité des eaux brutes, ce qui permet de déceler la présence d'organismes pathogènes à la source (DESJARDINS ; 1990).

➤ **Streptocoques fécaux**

Il s'agit de cocci à Gram positif (CGP) de forme sphérique ou ovoïde, se présentant en chaînettes plus ou moins longues, non sporulées aéro-anaérobies facultatives, ne possédant ni catalase ni oxydase, ce sont des hôtes normaux d'Homme (HAMED ; 2012).

Les streptocoques fécaux (ou streptocoques du groupe D ou entérocoques) sont des moins de contamination fécale sensible, spécifiques et assez résistants (y compris en milieu salé).

Généralement ils n'ont pas de pouvoir pathogène important (GAUJOUS ; 1995).

➤ **Clostridium sulfito-réducteur**

Les sulfito-réductrices ou Clostridium sulfito-réducteurs sont des germes anaérobies qui sporulent. Les Clostridium sont recherchés dans les eaux comme témoins de contamination fécale, fréquentes très résistants. Provoquent la corrosion des canalisations métalliques et sont responsables d'odeurs (hydrogène sulfuré) (GAUJOUS ; 1995).

➤ **Microorganismes aérobies revivifiables**

Le principe consiste à mettre en évidence les bactéries qui se développent à 20 °C, favorisant ainsi les germes spécifiques de l'eau et celles qui se développent à 37 °C favorisant ainsi les germes issus de l'Homme et des animaux « à sang chaud » (HAMED ; 2012).

4. Définition des eaux potable

Une eau est dite potable quand elle satisfait à un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine. Elle doit répondre à des normes établies soit au niveau national ou international (SARDI K ; 2014).

Une eau potable est une eau dont la composition et les qualités sont telles qu'elles ne puissent porter atteinte à la santé des consommateurs (GOSCLAUDE ; 1999).

4.1 Critères de potabilité

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

- **La qualité microbiologique** : L'eau ne doit contenir ni parasite, ni virus, ni Bactérie pathogène.
- **La qualité chimique** : Les substances chimiques autres que les sels minéraux font l'objet des normes très sévères. Ces substances sont dites "indésirables " ou "toxiques", leur présence est tolérée tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil (le fluor et les nitrates par exemple, tandis que les substances aux effets toxiques comme le plomb et le chrome sont tolérées a des teneurs extrêmement faibles.
- **La qualité physique et gustative** : l'eau doit être limpide, claire, aérée et ne doit Présenter ni saveur ni odeur désagréable (SARDI ; 2014).

4.2. Normes des eaux potables

Les lignes directrices de l'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable, mises à jour en 2006 sont la référence en ce qui concerne la sécurité en matière d'eau potable (**voir annexe**).

Chapitre II

Traitement des eaux superficielles

Les eaux brutes destinées à la consommation, sont souvent chargées en particules ou en polluants divers. Avant leur utilisation et leur distribution aux consommateurs, elles doivent impérativement faire l'objet de plusieurs procédés de traitement et de désinfection.

Ces procédés varient selon le type de ressources hydriques disponibles et en fonction des moyens et du niveau technologique (BOUZIANI ; 2000).

1. Définition de traitement

Les eaux de surface contiennent de nombreuses impuretés : des composés organiques et minéraux sous forme dissoute, colloïdale et en suspension, de diverses origines (naturelles, rejets domestiques et industrielles). Elles doivent alors être traitées avant leur utilisation par des moyens appropriés et subir des modifications physiques, chimiques et bactériologiques qui les rendront potables. Souvent les eaux de surface ne présentent pas les qualités requises pour la consommation.

Pour définir les procédés de traitement, trois paramètres s'imposent (GANI ; 2001) :

- La connaissance de l'eau à traiter.
- L'objectif de traitement, compatible avec l'exigence du consommateur et la protection du réseau de distribution.
- La réduction de coût de traitement.

(GANI ; 2001).

2. Importance du traitement

Le rôle primordial des installations de traitement de l'eau est de rendre disponible et en quantité suffisante, une eau de qualité adéquate à de multiples usages et ceci à un prix raisonnable (CHEVOLET ; 1996).

L'organisation mondiale de la santé (OMS) estime en effet que 80 % des maladies qui affectent la population mondiale sont directement associées à l'eau et que les eaux polluées sont responsables de 50 % des cas de mortalité infantile (DESJARDINS ; 1997).

3. Les différents procédés de traitement

Les procédés de traitement d'une eau de surface comporte trois phases (voire figure n°1) (GANI ; 2001) :

- Le prétraitement.
- Le traitement de clarification.
- Le traitement d'affinages.

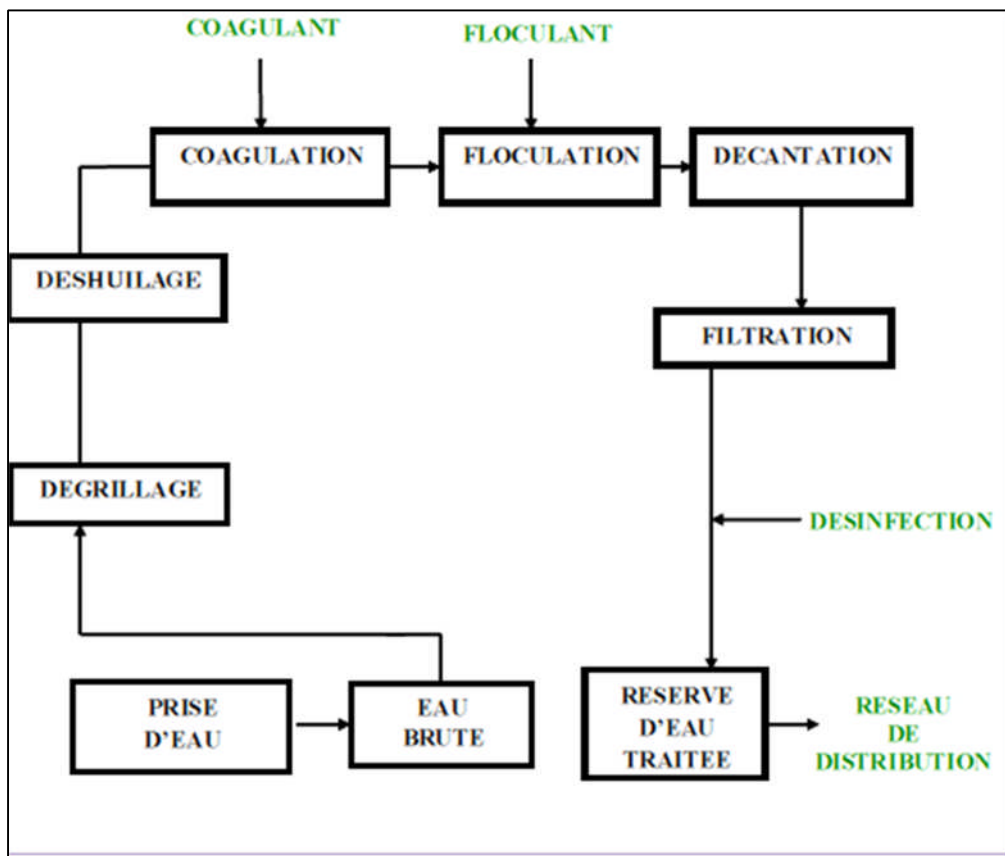


Figure 1 : Etapes de traitement des eaux de surface (RAYMOND D, 1997).

3.1. Prétraitement

Une eau, avant d'être traitée, doit être débarrassée de la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient un gêne pour les traitements ultérieurs. Pour cela, on effectue des prétraitements. Comportant un certain nombre d'opération physiques ou mécaniques (VALENTIN ; 2000).

Les opérations de prétraitement peuvent comporter un dégrillage, un dessablage ou un tamisage, un débouage et un déshuilage. Selon la qualité de l'eau brute, une station de traitement peut comporter une ou plusieurs de ces opérations (HARRAT ; 2013).

3.1.1. Dégrillage

Le dégrillage et le premier poste de traitement, permet de protéger les ouvrages en aval de l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de traitement morceaux de bois, etc. (VALENTIN ; 2000).

Ceci permet également de séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants, ou en compliquer l'exécution (DEGREMONT ; 1978).

L'opération est plus ou moins efficace en fonction de l'écartement des barreaux des grilles on distingue :

- Le dégrillage fin pour un écartement de 3 à 10 mm.
- Le dégrillage moyen pour un écartement de 10 à 25 mm.
- Le dégrillage grossier pour un écartement de 50 à 100mm.

Le nettoyage s'effectue manuellement ou automatiquement (DEGREMONT ,1978).

3.1.2. Tamisage

C'est un dégrillage par filtration à travers des mailles dont le diamètre avoisine 0.2 mm. Le tamisage est une filtration sur support mince, utilisable dans de nombreux domaines du traitement ; suivant la dimension des orifices de passage du support on distingue deux variantes : Le macro tamisage et le micro tamisage (DEGREMONT ,1978).

3.1.3. Dessablage

Le dessablage est une technique de filtration de l'eau qui a pour but d'extraire des eaux brutes, les graviers, le sable et toutes les particules en suspension, de façon à éviter leur dépôt dans les canalisations et à protéger les équipements hydrauliques (BOUZIANI ; 2000).

3.1.4. Pré- chloration

La pré- chloration effectuée avant décantation est recommandée dans la plupart du temps pour obtenir une meilleure qualité de l'eau.

Elle agit par oxydation des différents corps contenus dans l'eau, le processus de coagulation-floculation est nettement amélioré par suite de l'élimination des matières organiques. Elle sert surtout à éliminer l'ammoniaque contenu dans l'eau et a empêcher le développement des algues (DEGREMONT ; 1989).

3.2. Traitement physico-chimiques

Pour le traitement physico-chimique de l'eau destinée à la consommation, plusieurs techniques spécifiques sont utilisées, selon la provenance de l'eau et ses caractéristiques physico-chimiques, à savoir

3.2.1 Clarification

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

3.2.1.1 Coagulations floculation

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Ces particules, peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longues périodes, sont capables de traverser un filtre très fin de 0,45µm.

Les colloïdes sont des particules d'un diamètre de 1 µm environ, leurs charges de surface négatives entraînent des répulsions électrostatiques qui empêchent toute décantation. Les colloïdes sont responsables de la coloration et en partie de la turbidité d'une eau. Elles sont également la cause des nuisances organoleptiques (CARDOT C et al ; 2001).

Pour éliminer ces particules, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation.

- **Coagulation :** La coagulation consiste en la déstabilisation des particules en suspension par la neutralisation de leurs charges négatives ; à l'aide de réactifs chimiques nommés coagulants ; le procédé nécessite une agitation importante. Il existe deux principaux types de coagulant : les sels de fer (chlorure ferrique) et les sels d'aluminium (sulfate d'aluminium) (HECTOR; 2006).
- **La floculation :** la floculation est le phénomène de formation de floes de taille plus importante (agglomération des colloïdes déchargés dans un réseau tridimensionnel) ; on utilise, pour ce faire, des flocculant ou adjuvants de floculation. Contrairement à l'étape de coagulation, la floculation nécessite une agitation lente (VALENTIN ; 2000).

Il est important que les procédés de coagulation et de floculation soient faits correctement, la production d'un floe trop petit ou trop léger entraîne une décantation insuffisante. Lorsque les eaux arrivent sur les filtres, elles contiennent une grande quantité de

particules de floc, qui les encrassent rapidement ; 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 (DESJARDINS ; 1997).

3.2.1.2 Décantation

La décantation est un procédé qu'on utilise dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, elle a pour objet d'accélérer la sédimentation et le dépôt des particules en suspension dans l'eau. Elle s'effectue dans de vastes bassins, appropriés, au fond desquels, se déposent les matières en suspension dans l'eau (BOUZIANI ; 2000).

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).

3.2.1.3 La filtration

La filtration est un procédé physique destiné à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspension en le faisant passer à travers un milieu poreux. Les solides en suspension ainsi retenus par les milieux s'y accumulent ; il faut donc nettoyer ce milieu régulièrement.

La filtration habituellement précédée des traitements de coagulation, de floculation et de décantation, permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et, indirectement, de certains goûts et odeurs (DESJARDINS ; 1997).

3.2.2. Désinfection

La désinfection est un traitement visant à éliminer les micro-organismes pathogènes, bactéries, virus et parasites ainsi que la majorité des germes banals moins résistants. C'est le moyen de fournir une eau bactériologiquement potable, tout en y maintenant un pouvoir désinfectant suffisamment élevé pour éviter le développement des bactéries dans les réseaux de distribution. La désinfection est une post-oxydation, elle est assurée par des oxydants chimiques tels que le chlore Cl_2 , le dioxyde de chlore ClO_2 , l'ozone O_3 et dans un certain nombre de cas, par un procédé physique comme le rayonnement UV (CARDOT; 1999).

Mais le chlore est l'agent le plus utilisé comme désinfectant final, avant refoulement de l'eau dans le réseau ; il permet d'achever la désinfection de l'eau et de protéger le réseau contre les développements bactériens vus on effet rémanent.

Le but de la désinfection est d'éliminer tous micro-organismes pathogènes présents dans l'eau et maintenir le chlore résiduel dans les conduites afin d'empêcher le développement de maladies hydriques (LOUNAS ; 2009).

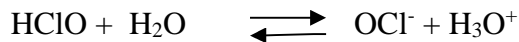
3.2.2.1 Désinfection par le chlore et ses dérivées

Le chlore est un gaz jaune-vert, fait partie de la famille des halogènes comme le brome, l'iode et le fluor. Son introduction dans l'eau conduit à sa dis-mutation suivant la réaction :



HClO est l'acide hypochloreux

Cet acide est faible et se dissocie suivant l'équilibre :



OCl⁻ est un l'ion hypochlorite

En tenant compte de toutes les formes de chlore présentes en solution, on a pût définir les notions de chlore total, de chlore résiduel libre et combiné. Le chlore résiduel libre représente la somme des concentrations des espèces Cl₂, OH Cl et ClO⁻. Le chlore combiné est formé par le chlore minéral et organique. Le chlore résiduel total est la somme du chlore libre et combiné (CARDOT ; 1999).

Le procédé de désinfection de l'eau, le plus pratique et le moins coûteux est sans doute la chloration ou la javellisation. L'utilisation du chlore pour la désinfection de l'eau de boisson présent l'avantage d'une action rémanent (durable) et de prolonger la durée de la désinfection de l'eau pendant plusieurs heures dans les réseaux de distribution et de plusieurs jours pour l'eau de puits.

Le chlore dont le pouvoir oxydant est très important peut être utilisé directement sous forme de chlore gazeux, de bioxyde de chlore, ou d'hypochlorite. En pratique, on utilise la chloration automatique (dans les stations de traitement de l'eau) ou la chloration simple par hypochlorite de sodium (l'eau de javel) et le chlorure de chaux, pour la désinfection de réservoirs de stockage d'eaux (BOUZIANI ; 2000).

3.2.2.2 Désinfection par l'ozone

L'ozone est un gaz formé industriellement à partir du dioxygène soumis à une décharge électrique. C'est un oxydant très utilisé pour la désinfection des eaux. Il peut oxyder de nombreux composés minéraux (Fe^{2+} , Mn^{2+} , NO^{-2} , Br^{-} , ClO^{-} , ClO^{-2} , etc.) ; (organiques d'origine naturelle ou, anthropiques) et les micropolluants organiques avec une vitesse parfois très élevée, surtout en milieu neutre ou basique (MANHAL ; 2006).

L'ozone (O_3) est un gaz soluble dans l'eau, cette solubilité repose sur les concepts d'équilibre entre une phase aqueuse et une phase gazeuse et elle est fonction de la température (elle augmente quand la température diminue) et du PH (elle diminue quand le PH augmente) (Jean RODIER et al ; 2009).

3.2.2.3 Désinfection par l'ultra-violet

La découverte des effets bactéricides des radiations solaires date de 1878, la production d'UV est réalisée par des lampes contenant un gaz inerte et des vapeurs de mercure. Le passage d'un courant électrique provoque l'excitation des atomes de mercure qui émettent en retour des rayons de longueur d'onde comprise entre 240 et 270 nm (HECTOR ; 2006).

L'irradiation par une dose suffisante de rayonnement UV permet la destruction des bactéries, virus, germes, levures, champignons, algues, etc. Les rayonnements UV ont la propriété d'agir directement sur les chaînes d'ADN des cellules et d'interrompre le processus de vie et de reproduction des micro-organismes (VALENTIN ; 2000).

Chapitre III

Aluminium

L'aluminium composant fondamental des roches du sol, plantes et tissus animaux ; présent aussi dans l'air et les aliments sous formes soluble, de colloïdes ou composés insolubles .Est un constituant naturel des eaux souterraine et des eaux de surface. Les plus fortes concentrations en aluminium se trouvent dans les eaux de drainage des régions soumises aux pluies acides, ou l'acidité des roches facilite la mobilisation de l'aluminium à partir du sol (CHERIFI ; 2013).

1. Origine

L'aluminium (du latin, qui signifie « léger ») est l'élément métallique le plus abondant et le troisième constituant de l'écorce terrestre. Il représente (8,3 %) de son poids après l'oxygène (46 %) et le silicium (27,7 %) (**Voire Figure n°2**). A l'état naturel, l'aluminium n'est jamais retrouvé sous forme de métal ; très réactif, il est toujours combiné à d'autres éléments comme les oxydes (alumine), les hydroxydes provenant essentiellement de la bauxite, les silicates provenant de l'argile et des micas, et des formes hydrosolubles complexées aux sulfates , nitrates, chlorures en présence de matières organiques dissoutes (ROSIN et al ; 1990).

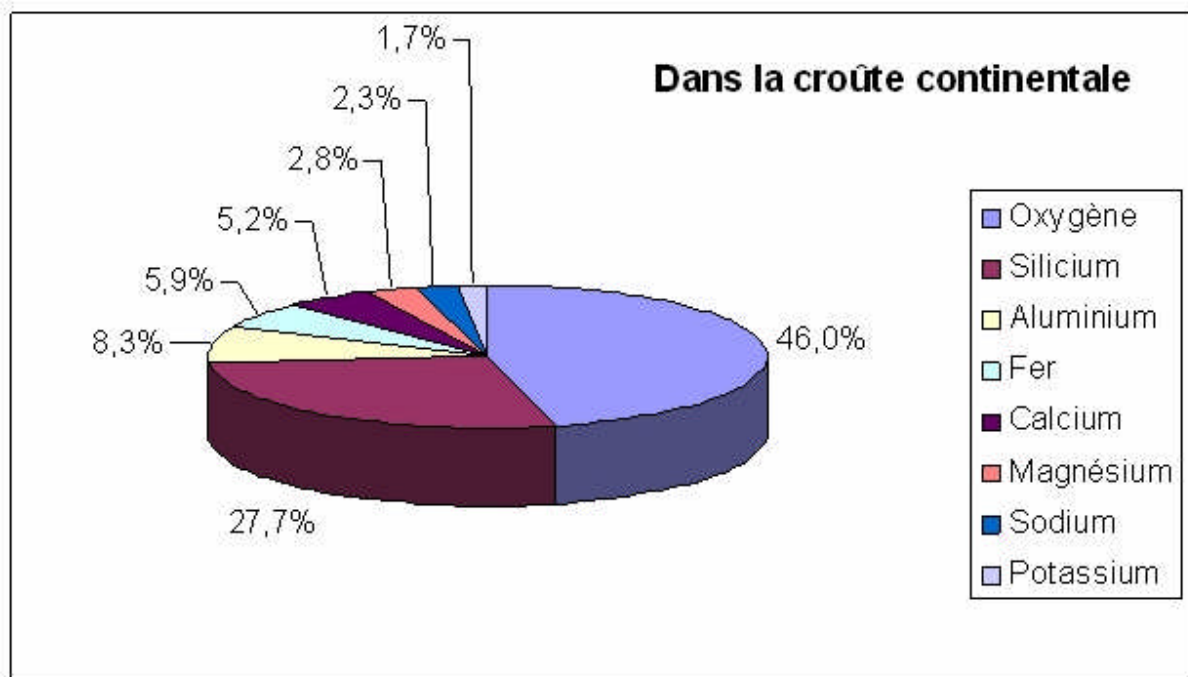


Figure 2: Abondance des éléments chimiques dans la croûte terrestre.

2. Propriétés physico-chimiques

L'aluminium est un métal gris argenté, brillant, qui présente des propriétés physicochimiques particulièrement intéressantes : basse densité, grande malléabilité, grande ductilité, bonne conductivité électrique et chimique, résistance à la corrosion, à la traction. Il est trois fois plus léger que l'acier. Il ne s'altère pas au contact de l'air en raison de la formation d'une couche protectrice d'alumine en surface, ce qui le rend très résistant à la corrosion de l'air mais aussi de l'eau. Il est en plus totalement recyclable (CHERIFI ; 2013).

2.1. Propriétés physiques

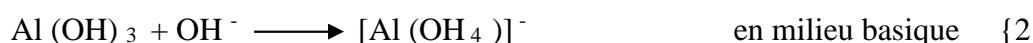
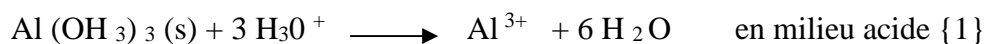
La masse atomique de l'aluminium est de 26,98, son nombre atomique est de 13 et sa densité de 2,7. Son point de fusion est de 660 °C et son point d'ébullition de 2467 °C. L'aluminium comme tout élément de la famille du bore possède trois électrons de valence. Il s'agit d'un métal amphotère qui réagit avec les acides (Chlorhydrique, perchlorique, sulfurique) et les bases fortes (Schaller et al ; 1994).

2.2. Propriétés chimiques

L'aluminium est présent dans les eaux naturelles sous formes de micropoussières, de particules d'argile insolubles en suspension, de sels solubles et insolubles. Toutes ces formes sont présentes dans les eaux de percolation à travers les sols. L'aluminium en solution influence fortement la qualité chimique et biologique des solutions de sol et des eaux de surface (ROSIN et al ; 1990).

Le PH est l'un des facteurs qui déterminent la forme dans le quel on le trouve, l'acidité par exemple entraine une dissolution et un transport des formes salines de l'aluminium en solution, qui sont adsorbées par les végétaux et les animaux (Cathalifaud et al, 1997).

$\text{Al}(\text{OH})_3$ (s) est un hydroxyde amphotère peu soluble qui se dissocie suivant les réactions :



3. Distribution et transfert de l'Aluminium dans le milieu naturel

L'aluminium peut se trouver dans le sol, l'air, l'alimentation, dans l'eau et dans d'autres sources, nous décrivons ci-dessous quelques unes de ces sources.

3.1. Dans les sols

De façon naturelle, l'aluminium contenu dans les sols se concentre dans les végétaux de façon accrue lorsque les sols sont acides. L'acidité entraîne une dissolution et un transport des sels d'aluminium en solution ; le relargage par les pluies acides d'aluminium dans l'environnement. L'homme est ainsi exposé à l'aluminium d'origine naturelle par contact direct avec les sols, l'air, l'ingestion d'aliments provenant de la terre et de source (CLAIRE et al ; 2003).

On le rencontre dans certains minéraux des roches magmatiques constituant :

- Des roches mères dites acides en raison de leur forte teneur en silice (feldspaths, feldspathoïdes et micas étant les plus fréquemment observés).
- Des roches dites basiques (plagioclases calciques, certains pyroxènes et amphiboles)
- Dans certaines roches sédimentaires dont les silicates d'alumine proviennent de la destruction des roches anciennes.
- Dans l'argile qui forment près de 4 % de la lithosphère et 8 % des roches sédimentaires (Kaolinite, montmorillonite, illite, etc.). Elles sont constituées de silicates d'aluminium et d'autres minéraux hydratés : il s'agit de minéraux de nature fibreuse ou phylliteuse présents dans les sols ou qui prennent naissance au cours de la pédogenèse et varient en fonction de celle –ci (GALLOTTI et al ; 2003).

3.2. Dans l'air

La concentration atmosphérique de l'aluminium dépend des sources géologiques et industrielles ; comme l'activité volcanique, les principales sources naturelles du charbon, les fonderies et les échappements des automobiles (CHERIFI ; 2013).

3.3. Dans l'alimentation

L'aluminium est naturellement présent dans de nombreux aliments, mais généralement en faibles concentrations. Le théier est une exception, puisqu'il accumule de grandes quantités d'aluminium qui peuvent être libérées des feuilles de thé dans le thé infusé. L'aluminium peut également s'introduire dans la nourriture à partir des casseroles, des ustensiles de cuisine et des emballages. La migration de l'aluminium à partir des emballages, des ustensiles et des conditionnements de boissons, dépend de la qualité du matériau (pureté de l'aluminium), de l'existence d'un revêtement (plastique ou vernis), de la durée du contact auxquelles s'ajoutent le PH et la salinité de l'alimentation, à PH compris entre 4 et 8, la migration est négligeable ; à un PH inférieur à 2, l'aluminium est extrait du matériau (CLAIRE ; 2003).

3.4. Dans l'eau

- L'aluminium est Présent naturellement dans les eaux de sources, il se trouve sous trois formes : insoluble, colloïdale et soluble (**voire figure n° 03**) ; correspondant à des silico-aluminates, des hydroxydes, des formes libres ou complexes minérales ou organiques (CHERIFI ; 2013).

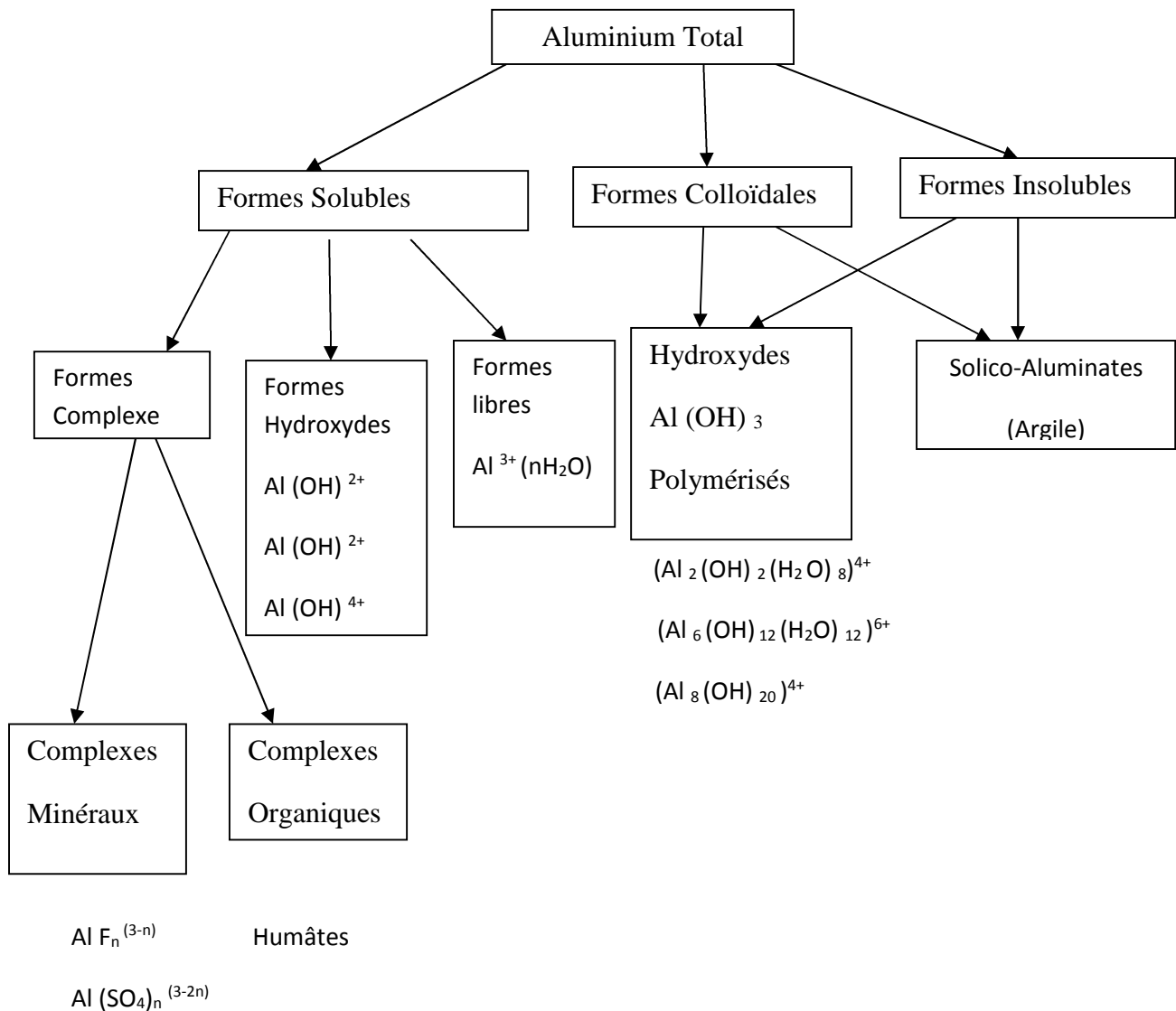


Figure 3: Espèces ioniques et moléculaire de l'aluminium dans l'eau (GAUTHIER ; 2002)

➤ **Coagulant et processus de coagulation**

Les stations des traitements des eaux sont les principales consommatrices de sulfate d'aluminium, de chlorure d'aluminium et d'autres produits polymériques à base d'aluminium. Les sels d'aluminium servent à assurer la coagulation et la floculation des particules fines en suspension ou solubles, pour permettre ensuite la sédimentation et la filtration ; lors du processus d'agglomération ou de coagulation, la plus grande partie de l'aluminium associé aux sels d'aluminium ajoutés s'hydrolyse pour produire de l'hydroxyde d'aluminium qui précipite et devient partie intégrante du floculat ; l'aluminium fait aussi partie de la boue générée par le processus de traitement (Santé Canada ; 2010).

L'utilisation de coagulants à base d'aluminium dans les traitements de l'eau comporte des avantages et des inconvénients, même si l'on a parfois attribué certaines affections neurologiques à la présence d'aluminium dans l'eau potable. Les coagulants minéraux sont des sels d'aluminium partiellement hydrolysés. L'aluminium est un métal réactif que l'on trouve généralement lié à d'autres éléments ou composés. La capacité des composés d'aluminium de se dissoudre dans l'eau dépend de la condition de l'eau, principalement de son PH (MEGHZILI ; 2012).

L'efficacité de la clarification dépend d'abord du coagulant utilisé. Les plus efficaces sont des sels de métaux, à base d'aluminium ou de fer (**voire Tableau n°3**) (KETTAB ; 1992).

Tableau 3: Dérivés des sels d'aluminium et de fer.

Sels d'aluminium	Formule chimique	Sels de fer	Formule chimique
Sulfate d'aluminium	$Al_2 (SO_4)_3$	Sulfate ferrique	$Fe_2 (SO_4)_3$
Chlorure d'aluminium	$AlCl_3$	Chlorure ferrique	Fe_2Cl_3
Aluminate de sodium	$NaAlO_2$	Sulfate ferreux	$FeSO_4$

➤ **Les sels d'aluminium**

Le sulfate d'aluminium : disponible en poudre hydratée (**voire figure n° 04**), ou en solution commerciale diluée au 1/2. Les doses sont toujours exprimées en poids de poudre dont la formule chimique est $Al_2 (SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. Cette poudre contient en poids 17 % d'alumine $Al_2 O_3$ (KETTAB ; 1992).

Ce sont des produits capable de neutralisée les charges des colloïdes présents dans l'eau. (CARDOT ; 1999). Les réactions peuvent être représentées de la façon suivante :



L'étape 1 est une phase d'hydrolyse. Des intermédiaires poly chargés positifs se forment. Ces composés assez présentent un atome d'aluminium dont le nombre d'oxydation est très grand. Ces intermédiaires poly chargés positifs sont très efficaces pour neutraliser la charge primaire négative des colloïdes. Il s'agit de la véritable forme coagulante qui déstabilise les particules chargées négativement. Cette étape dépend de la température et nécessite un PH compatible avec l'existence de ces intermédiaires poly chargés.

L'étape 2 permet la formation du précipité $\text{Al}(\text{OH})_3$, elle dépend de l'agitation du milieu. Ce précipité est l'élément qui assure le pontage et la coalescence entre les colloïdes déstabilisés: C'est la forme floculant (HECTOR ; 2006).



Figure 4: le sulfate d'aluminium.

4. Méthodes Dosage de l'aluminium

Le dosage de l'aluminium se fait par plusieurs méthodes spectrophotométrie :

-La spectroscopie UV-visible : C'est une technique de spectroscopie mettant en jeu les photons dont les longueurs d'onde se trouvent dans l'UV (200nm-400nm) ou dans le visible (400nm-750nm). Soumis à un rayonnement de cette gamme de longueur d'onde, Les molécules, ions, complexes que l'on analyse peuvent subir une transition électronique (passage d'un électron d'un niveau d'énergie à un autre). A la fin, un spectre électronique qui

relie intensité lumineuse et longueur d'onde est obtenu afin de connaître l'absorption des molécules, ions ou complexes (BERANGERE DUHAMEL et al ; 2012).

-La spectrométrie d'absorption atomique : qui est une méthode d'analyse quantitative d'éléments (métaux et non-métaux) à l'état de traces ($< \text{ppm}$) ; basée sur la mesure de l'absorption d'un rayonnement de longueur d'onde déterminée (raie de résonance), par les atomes à l'état fondamental. L'intensité de la lumière initiale est diminuée d'une quantité proportionnelle à la concentration des atomes présents dans l'échantillon (Costantini ; 1991).

La spectrométrie d'absorption et d'émission atomique : qui permet de doser l'aluminium total, indépendamment de sa spéciation. Cette technique de dosage repose sur l'absorption d'un rayonnement à des longueurs d'onde bien définies et caractéristiques de l'aluminium (CHERIFI ; 2013).

5. Utilisation de l'aluminium

L'aluminium est utilisé dans l'industrie, l'agroalimentaire (conservation, colorants, additifs, etc....), l'industrie de l'emballage (boîtes-boissons, barquettes alimentaires) dans la fabrication des ustensiles de cuisine, dans l'industrie pharmaceutiques (pansements gastriques, antiacides, adjuvants de vaccins, verre pharmaceutique); dans la chirurgie (céramiques en chirurgie orthopédique et dentaire, alliages dans les implants orthopédiques) ; dans la cosmétologie (antiperspirants, colorants capillaires...) et dans le traitement des eaux d'alimentation (agent flocculant et clarifiant) (GALLOTTI et al ; 2003).

6. Toxicité de l'aluminium

La connaissance de la spéciation de l'aluminium au préalable est nécessaire pour l'estimation de sa toxicité puisque cette dernière dépend de la forme sous laquelle il est. Les fractions les plus réactives et toxiques d'aluminium sont généralement reconnues comme étant : Al^{3+} , Al O H^{2+} , Al(OH)_2^+ et les complexes très instables d'aluminium (principalement inorganiques).

Les ions minéraux en solution tels que les fluorures, phosphates, sulfates représentent de très bons complexants de l'aluminium. Ces complexations jouent un rôle essentiel dans la mobilité et la toxicité dans les eaux (GAUTHIER ; 2002).

6. 1 – Toxicité dans les organismes aquatiques : De nombreuses études ont montré que l'aluminium peut s'accumuler dans l'organisme des poissons et entraîner une baisse de leur population. Les fractions qui présentent des effets toxiques varient selon les organismes étudiés (CHERIFI ; 2013).

6.2- Toxicité chez les Végétaux : L'aluminium est un important facteur de limitation de croissance des plantes dans les sols acides, particulièrement pour les PH inférieurs à 5. L'aluminium pénètre dans les végétaux par les racines, en empruntant les mêmes voies d'entrées que les ions calcium et magnésium ; il peut provoquer une inhibition du développement des racines secondaires, une diminution de la respiration au niveau racinaire, ainsi que la perturbation du fonctionnement de certaines enzymes. Il existe également une toxicité indirecte puisqu'en absorbant des ions aluminium, les arbres vont réduire leur consommation en magnésium créant ainsi une carence.

6.3- Toxicité chez l'homme : Le principal apport d'Al est issu de la nourriture avec, en moyenne, 20 mg par jour, cet aluminium ingéré n'étant pas forcément sous forme toxique. La découverte de la toxicité de l'aluminium vis-à-vis de l'homme est récente. En effet, cet élément est susceptible de provoquer des détériorations cérébrales, des décalcifications osseuses avec fractures spontanées, des destructions des cellules hépatiques, des lésions cardiaques et anémies. L'Aluminium peut agir à deux niveaux différents variables suivant le taux de contamination. De faibles concentrations en Al^{3+} issues des eaux de boisson, sont associées à des démences séniles de type Alzheimer. De fortes ingestions (issues de composants de certains médicaments, ou de contamination lors de dialyse), quant à elles peuvent provoquer des intoxications aiguës. Cette théorie est actuellement contestée, ainsi, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), a indiqué que l'aluminium n'était pas la cause de la maladie d'Alzheimer (GAUTHIER ; 2002).

Partie expérimental

Chapitre I

Matériels et Méthodes

L'eau qui est présent dans la nature, notamment l'eau de surface, n'est pas directement utilisable, ni pour la consommation humaine, ni pour l'industrie, ni pour l'agriculture. En effet, lors de sa circulation dans le sol, à la surface de la terre ou même dans l'air, l'eau se pollue et se charge de matière en suspension ou en solution : particules d'argile, déchets de végétation, organismes vivants, sels minéraux, matières organiques et gaz. Ce constat impose de faire une analyse des différents paramètres de qualité (paramètres physico-chimiques et bactériologiques) qui permet de classer les eaux en différentes catégories en fonction de leur qualité et ce afin d'établir leur usage.

1. Présentation de la région d'étude

La géologie du bassin versant de l'Oued Aissi est essentiellement constituée par des roches métamorphiques (schistes, micaschistes et gneiss). Dans la partie amont, on trouve des formations sédimentaires constituées par la chaîne calcaire du Djurdjura. Le long des talwegs, on trouve des terrasses alluviales formées par des graviers et des sables. Et dehors des terrasses alluviales et des formations calcaires, la majeure partie du bassin est peu perméable. Ceci favorise donc l'écoulement de surface.

1.1. Situation géographique du barrage Taksebt

Le barrage de TAKSEBT est situé sur l'oued Aissi, affluent du Sebaou, à environ 7 km au sud-est de la ville de Tizi-Ouzou et à 100 km à l'est de la ville d'Alger. (Voir la figure n°4)

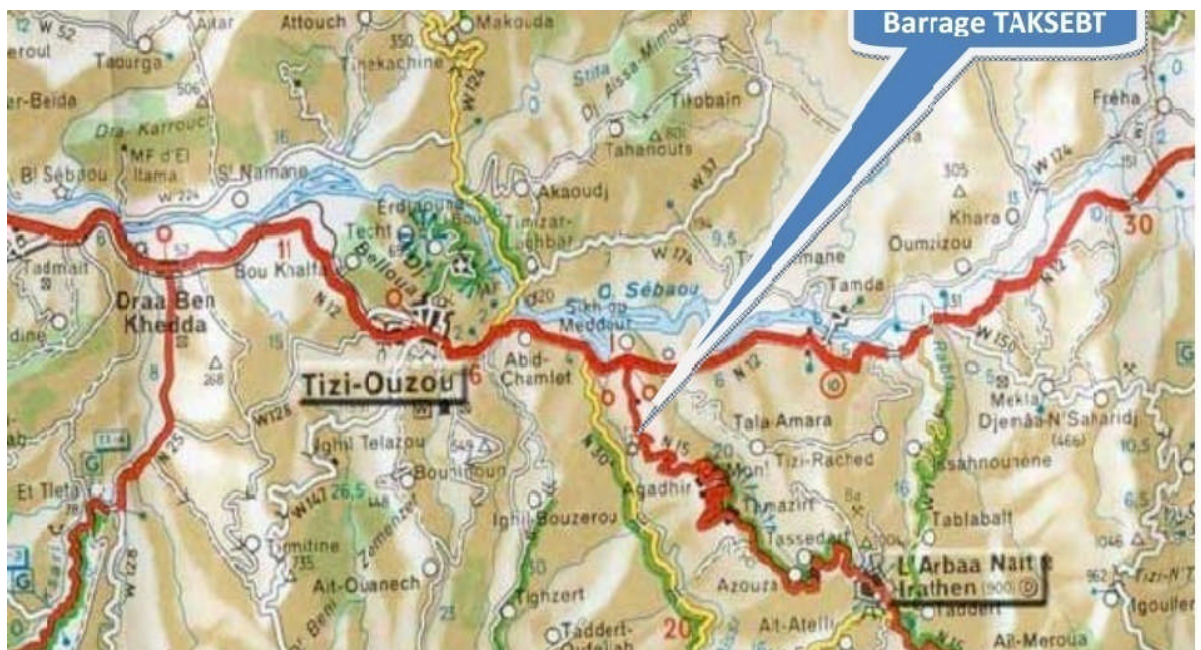


Figure 5: Localisation du barrage de Taksebt (Google Earth).

La retenue créée par le barrage a une capacité de 175 millions de m³ permettant une régularisation de 180 millions m³, destinée à l'alimentation en eau potable et répartie comme suite :

- 173 000 m³/jour pour Tizi- Ouzou
- 60 000 m³/jour pour Boumerdes
- 235 000 m³/jour pour Alger

1.2. Présentation de la station de potabilisation

La station de traitement des eaux de surface se situe à environ 8 Km du barrage de Taksebt. (Voire figure n°6) Elle a été mise en service en Mai 2007. Elle occupe une superficie de 34 Hectares, et a été dimensionnée pour traiter un débit maximal d'eau de 616 000 m³/j.



Figure 6: Localisation de la station de traitement des eaux potables Taksebt (Station Taksebt 2016).

L'eau qui alimente la station de traitement arrive de façon gravitaire du barrage TAKSEBT qui est alimenté à son tour par l'oued AISSI et l'oued BOUGDOURA.

La station est conçue pour l'alimentation en eau potable des communes suivantes : FREHA, AZAZGA, DRAA BEN KHEDDA, centre wilaya de TIZI OUZOU et ALGER .le transport se fait de façon gravitaire de la station de traitement jusqu'au réservoir d'eau traitée de DRAA BEN KHEDDA, puis l'eau continue à être transférée à travers les conduites de fonte et les

tunnels jusqu'au réservoir de BOUDOUAOU. Tout au long du transfert, des piquages sont opérés pour alimenter les villes de TIZI OUZOU et DRAA BEN KHEDDA.

1.3. Capacité de la station

La capacité hydraulique nominale de la station est de 647 000 m³/j, prenant en compte un débit recyclé de 5% du débit d'eau brute.

La production nominale de la station de traitement de TAKSEBT est de 605 000 m³/j (7 000 l/s) basée sur un approvisionnement en brute de 616 000 m³. (Voire Tableau n°4)

Tableau 4: Caractéristiques de la station de traitement de Taksebt (Station Taksebt).

Caractéristiques	Capacités
Débit d'eau brute	616 000 m ³ /j
Volume des boues extraites des clarificateurs	7 400 m ³ /j
Volume des boues extraites des filtres	3 600 m ³ /j
Production d'eau traitée	605 000 m ³ /j

Les variations de débits d'eau traitée prévues sont de :

- Débit minimum : 202 000 m³/j
- Débit moyen : 474 000 m³/j
- Débit maximum (nominale) : 605 000 m³/j

1.4. Qualité de l'eau d'entrée

L'eau brute alimentant le barrage de Taksebt provient de l'oued AISSI et l'oued BOUGDOURA. Les différentes analyses réalisées nous ont amenées à la conception du tableau n°5 :

Tableau 5 : Récapitulatif des différentes analyses de l'eau brute sur une durée d'un mois de stage

Paramètre	Unité	Nbr Analyse (mois)	Valeur		
			Mais 2016		
			MIN	MAX	MOY
A-Paramètre organoleptique					
Couleur	hazen	138	<5	10	6
Abs. UV 254 nm	Abs/cm	126	3,600	5,300	4,400
B-Paramètre physico-chimiques					
pH		442	7,32	7,69	7,50
Conductivité	µs/cm	442	455	474	465
Température	°C	412	13 ,20	18,30	15,66
Turbidité	NTU	442	0 ,84	1,92	1,23
Oxygène dissous (O ₂)	mg/l	69	3,31	5,18	3,16
C-Paramètre indésirables					
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	50	<0,015	<0,015	<0,015
Aluminium (Al ³⁺)	mg/l	312	0,011	0,093	0,043
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	50	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	4	<0,03	<0,03	<0,03
Fer (Fe)	mg/l	13	<0,02	<0,02	<0,02
Matière organique	mgO _{2/l}	10	1,39	1,78	1,61
D-Minéralisation globale					
Calcium (Ca ²⁺)	mg/l	4	40 ,00	40,00	40,00
Magnésium (Mg ⁺⁺)	mg/l	4	14,58	14,58	14,58
Chlorure (Cl ⁻)	mg/l	4	38,71	38,71	38,71
Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/l	4	37	37	37
Dureté totale (TH)	°F	4	16,00	16,0	16,00
Titre alcalin complet(TAC)	°F	4	2,60	2,60	2,60
E-Paramètre bactériologique					
	Unité	Méthode	MIN	MAX	MOY
Coliforme Totaux	UFC/L	filtration	2,00	5	4,00
Coliformes fécaux	UFC/L	filtration	1	11	4,75
Entérocoque intestinaux	UFC/100L	filtration	abs	abs	abs
Les Spores sulfito-réducteurs	UFC/100L	filtration	abs	abs	abs
Germes Totaux 22°C et 37°C	UFC/1L	filtration	4	300	153

La qualité de l'eau peut encore évoluer, car la couleur peut s'élever par développement de plancton en période chaude, et le pH peut s'abaisser ainsi que la teneur en oxygène, si l'eau est prise en profondeur.

Il est donc important que l'eau puisse être prise à différents niveaux pour, d'une part, éviter d'entraîner les matières décantées et, d'autre part, ne pas utiliser l'eau de surface en période de boom algal ou d'eau chaude.

Des variations sont possibles au moment du remplissage de la retenue, en cas de baisse de niveau ou en cas de retournement / basculement ; ces phénomènes pourront alors provoquer l'apparition d'eau riche en fer et en manganèse sous forme solubles (**DEGREMONT ; 2008**).

1.5. Chaîne de traitement

L'eau brute, provenant du barrage de Taksebt, subit les traitements avant son acheminement vers la station de pompage d'arrivée .schématiser par le Schéma (**voir annexe n° 5**).

La station de traitement comporte :

- Un ouvrage d'arrivée (arrivée de l'eau brute).
- Une Chambre de mélange (appartient à l'ouvrage d'arrivée).
- Deux filières de traitement comprenant :
 - 08 décanteurs (04 à filière).
 - 24 filtres (12 à filière).
- 02 réservoirs d'une capacité de 38000 m³.

1.6. Présentation des procédés de traitement de la station

1. Ouvrage d'entrée

L'arrivée de l'eau brute à la station de traitement de TAKSEBT se fait dans la chambre de dissipation qui possède un volume de 430 m³. L'eau surnageant des dessableurs est également retournée dans cette chambre. Son rôle principal est la tranquillisation de débit d'eau brute.

L'eau entrante subit une chute par-dessus un déversoir (**Voir la figure n°8**)

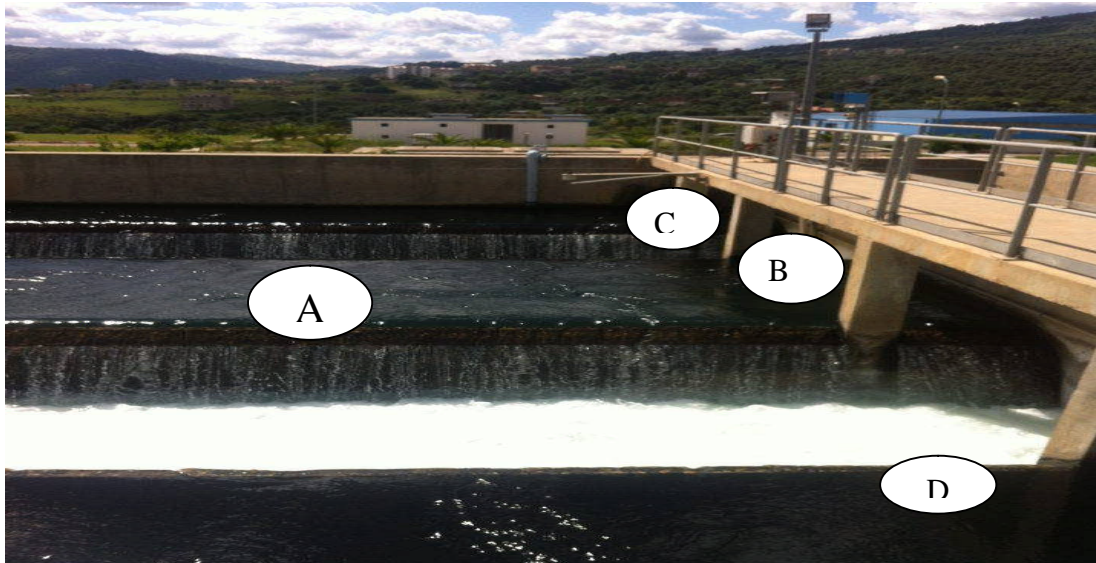


Figure 8 : Chambre d'arrivée de l'eau brute.

A : Déversoirs d'arrivée d'eau.

B : Mesure de niveau ultrasonique

C : Analyseurs de turbidité, conductivité et pH.

D : Déversoir de trop-plein.

Au niveau de cette chambre s'effectue différentes injections :

A) Injections du chlore : (pré chloration)

Elle est utilisée pour limiter la présence d'organismes (algues, bactéries et planctons), Susceptibles de proliférer dans les filières de traitement et les matières organiques. Cette opération oxyde une partie du fer et du manganèse. Le taux d'injection est déterminé par un test de « demande en chlore » (**Voire figure n°9**).

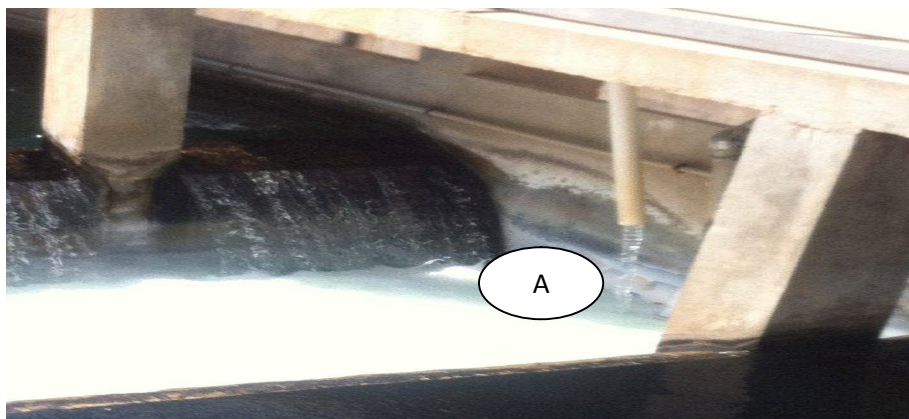


Figure 9 : Injection du chlore (pré chloration)

B) Injection de charbon actif en poudre :

Sert à contrôler le goût et l'odeur de l'eau en captant les micropolluants principalement d'origine organique (voire figure n° 10).

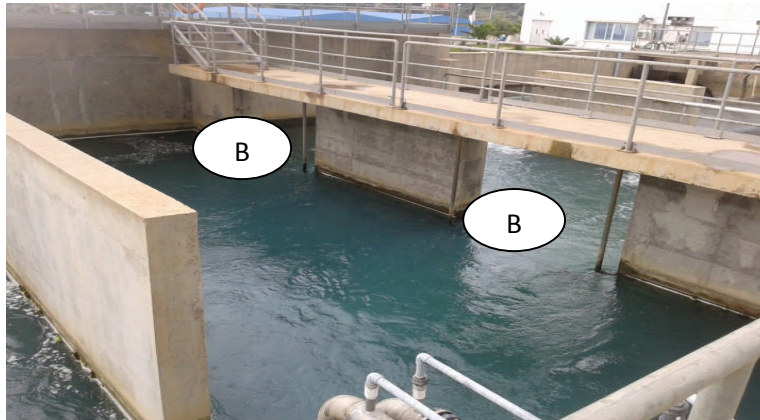


Figure 10: Injection de charbon actif en poudre (CAP).

C) Injection de KMnO₄ :

Elle est utilisée pour les précipitations du manganèse. Compte tenu de la qualité de l'eau brute du barrage de TAKSEBT, cette injection n'est pas effectuée car le taux du Mn varie dans la fourchette suivante : $0,082 < \text{Mn} < 0,025 \text{ mg/l}$.

Toutefois, ce point d'injection est prévu en cas de détérioration de la qualité de l'eau du barrage avec le temps (Voir figure n°11)



Figure 11 : Injection de KMNO₄

D) Injection de Sulfate d'Alumine $Al_2(SO_4)_3$ et Acide Sulfurique (H_2SO_4): (voir figures n°12 et n° 13)

L'injection d'acide sulfurique permet de réduire le pH pour pouvoir ajouter le sulfate d'alumine qui est utilisé pour coaguler les matières en suspension colloïdales très fines, la coagulation étant optimale à un pH proche de **6,4 à 7**. Le pH de l'eau du barrage de Taksebt varie entre **7.50 < pH < 8,05** ; ainsi dans le cas où le pH est optimale l'ajout de l'acide sulfurique n'est pas nécessaire.

Le taux d'injection de l'acide sulfurique est déterminé par un test appelé : « le jars tes».

Le mélange de ces produits chimiques est réalisé dans trois (03) déversoirs vers la Chambre de mélange cette chambre qui possède un volume de 450 m³, permettant un **mélange** et un **temps** de contact suffisant.

Après les différentes injections, il peut y'avoir soit un by pass vers les décanteurs ou vers les Flocculateurs (**voire figure n°12 et n°13**).

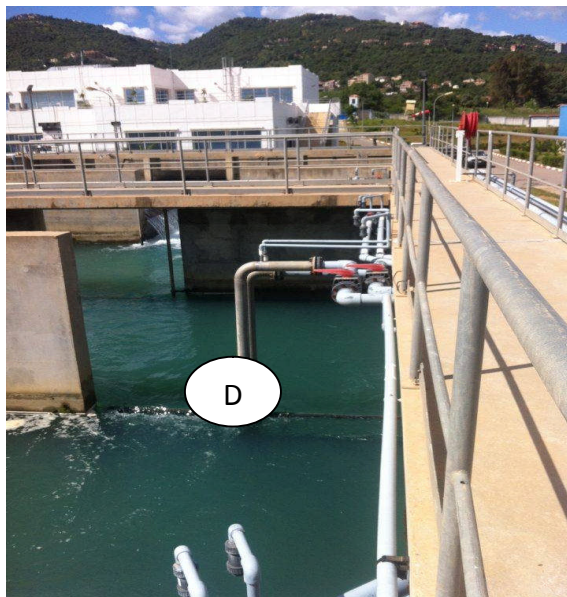


Figure n°12 : Injection du sulfate d'alumine



Figure n°13 : Injection de l'acide Sulfurique.

2. Décantation

A la sortie de la chambre de mélange on injecte un polymère, qui est un adjuvant de floculation, d'agréations particules en floc de taille supérieure, pour faciliter la décantation. Ensuite l'eau est répartie dans les décanteurs depuis le canal de répartitions.

La dose de polymère à injecter est déterminée par le "jars test" effectué au laboratoire. Les contacts entre particules sont d'autant plus fréquents que leurs concentrations sont grandes dans l'eau ; c'est le principe de base du décanteur lamellaire à lit de boue, dont fait partie le pulsatube (voire figure n° 14).



Figure 14: Décanteurs (Pulsa tube)

3. Filtration

L'eau venant des décanteurs ou des flocculateurs est répartie entre les **24** filtres à sable de granulométrie homogène (type Aquazur V), (voire figure n° 15) Les filtres fonctionnent en alternance par groupe de **12**. Leur rôle est d'éliminer les matières en suspension par filtration. L'eau est ensuite filtrée par gravité à travers la couche de sable.

La rétention des matières solides contenues dans l'eau provoque une obstruction progressive des interstices existant entre les éléments constitutifs de la matière filtrante, (le colmatage de filtre) ; il doit être nettoyé pour le remettre en service.

Après l'injection du chlore à l'eau filtrée (post chloration), des cuve de contact débouchant sur le réservoir pour assurer un stockage avant distribution, et pour limiter le pouvoir corrosif de l'eau, de la chaux est injectée.



Figure 15: filtres à sable.**A- Nettoyage des filtres**

Avant que l'eau filtrée ne se dégrade (par modification de la turbidité, du pH et de la Conductivité), les filtres subissent un cycle de lavage automatique pour éliminer les particules Capturées. La fréquence de ce processus dépend de la concentration en MES, du débit d'eau et la nature de la granulométrie du matériau filtrant. Ce cycle passe par **04** étapes:

- Vidange du filtre.
- Lavage avec un mélange d'eau et d'air à contre courant.
- Lavage avec de l'eau à grand débit.
- Maturation.

B- Traitement des eaux de lavage

L'eau de lavage passe d'abord à travers deux pièges à sable, qui permettent de retenir le Sable de filtration, éventuellement, emporté lors du lavage. L'eau est ensuite dirigée vers les bâches de reprise des eaux de lavage où le polymère anionique est injecté. Ces bâches Fonctionnent suivant ce cycle :

- Remplissage en eau sale: c'est la seule étape pendant laquelle l'eau de lavage est admise;
- Décantation: les boues se déposent au fond du l'ouvrage (décanteur);
- Récupération des eaux surnageant: l'eau est collectée vers une bache et pompée vers l'ouvrage d'entrée.
- Extraction des boues: les boues sont pompées vers le bassin d'équilibre (c'est une étape qui permet d'homogénéiser la boue) puis les pompées vers l'épaississeur pour le séchage naturel.

4 .Epaississeurs et lagunage

Les boues du décanteur sont mélangées aux boues issues des lavages des filtres, dans le bassin d'équilibre (bassin tampons) permettant d'uniformiser le débit à acheminer vers les Épaississeurs. Elles sont ensuite dirigées vers les épaississeurs afin de réduire le volume des boues rejetées par l'augmentation de leur concentration (**Voire figure n° 16**).

Le tassage des boues au fond de l'ouvrage et la séparation de l'eau en surface (le surnageant)

Permet leur extraction vers les lagunes de stockage. Le surnageant est évacué vers le trop-plein et les boues sont évacuées vers les lagunes où elles vont sécher naturellement.



Figure 16 : Epaisseurs

5 .Désinfection des réservoirs

A la sortie des filtres, on trouve un point d'injection de chlore (post chloration). Après cette opération, l'eau est dirigée vers les cuves de contact où elle permet :

- Un temps de contact suffisamment long entre l'eau traitée et le chlore.
- La dose de chlore initiale est appliquée dans la zone où le nombre d'organismes à éliminer est le plus important.

Les cuves de contact débouchent sur les réservoirs d'eau traitée qui assure un stockage de l'eau traitée avant distribution dont le débit de production est de 605 000 m³/j.

Signalons que de l'acide ou de la chaux est injectée à la sortie des cuves de contact, avant le déversement de l'eau vers le réservoir, afin de limiter le pouvoir corrosif de l'eau.

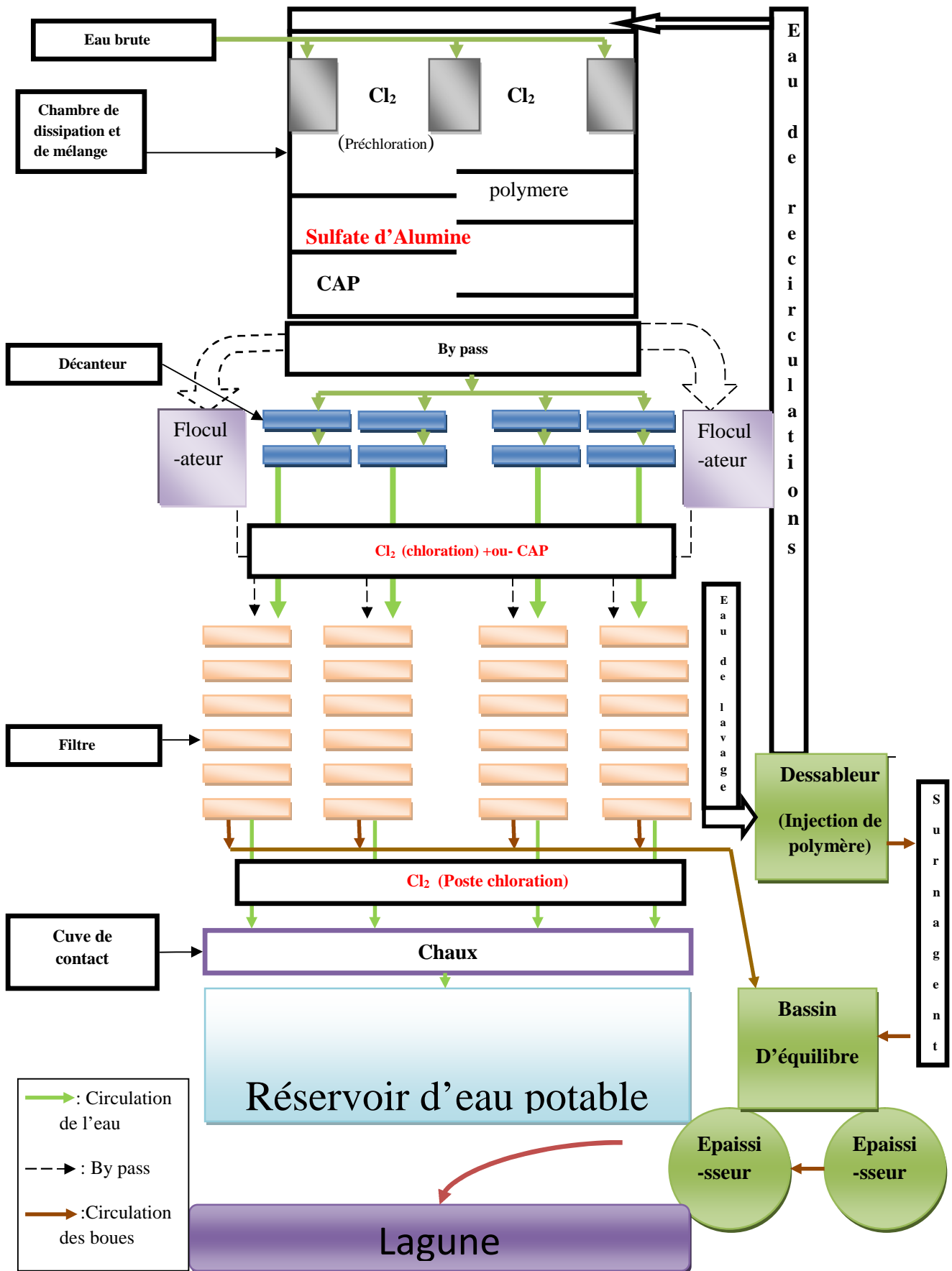


Figure 7: Schéma générale du fonctionnement de la station du traitement des eaux Taksebt.

1.7. Qualité de l'eau de sortie

La station de traitement est conçue pour pouvoir assurer une alimentation fiable et continue en eau potable, exempte d'organismes pathogènes. Dans les conditions de qualité de l'eau contractuelles et d'une exploitation normale, la qualité finale de l'eau après traitement doit être conforme aux normes (Voire annexe n°2).

2- Analyse et interprétation

2. 1. Objectif

L'objectif de notre travail consiste à évaluer la concentration de l'aluminium en (mg/l) dans les différents ouvrages du traitement des eaux.

Nous avons suivie la teneur en aluminium a travers des analyses qui ont été effectué au niveau du laboratoire du traitement des eaux Taksebt (SEAAL), dans le processus de traitement pour :

- L'eau brute à l'entrée de la station.
- L'eau de sortie du décanteur filière 01 ; filière 02.
- L'eau sortie filtre filière 01 ; filière 02.
- L'eau traitée à la sortie du réservoir.

2.2. Echantillonnage

Dans notre cas, le prélèvement s'effectue à partir de plusieurs robinet, qui se trouve dans le laboratoire d'analyse, ouvert 24h/24h pour ne pas modifier les paramètres organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques de l'eau. Les résultats d'analyses de tous les échantillons varient suivant les ouvrages du traitement des eaux (**figure n°17**).



Figure 17: Différents robinets sur lesquels s'effectuent les prélèvements aux niveaux de laboratoire (Taksebt).

2.3. Matériels et Produits :

A) Matériels utilisés au niveau de la station Taksebt:

- PH Mètre WTW avec terminal 730 et électrode en verre ;
- Turbidimètre HACH 2100N avec une cuvette de verre incolore de 50 mm de diamètre ;
- Spectrophotomètre HACH-LANGE DR 6000 ;
- Agitateur magnétique (VWR) ;
- Bêchers ; Pipettes ;(5ml, 10 ml) ;
- Papier hygiénique ; Poires ; Pissette d'eau distillée.
- Tubes (LCK301) ; cuvette ;
- Chronomètre;
- Barreau magnétique ; l'électrode ;

B) Produits utilisés au niveau de la station Taksebt:

- Réactifs A (Ammonium acétate ; méthanol ; sodium acétate) ;
- Réactifs B (Acide ascorbique ; sodium thiosulfate) ;
- Acide nitrique (HNO_3) ;
- QC Contrôle de qualité.

2.4. Méthodes expérimentales et analytiques

1 Mesure de la turbidité

La turbidité d'une eau est la dégradation de la transparence d'un liquide qui est due à la

Présence des particules en suspension, notamment colloïdales: argiles, limons, grains de Silice, matières organiques...etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son Degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus Efficace.

➤ **Mode opératoire**

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyée avec du papier hygiénique avec L'échantillon à analyser après homogénéisation et effectuer rapidement la mesure avec un Turbidimètre. Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. La mesure est obtenue directement en NTU (Néphélobimétrie Turbidité Unités). La norme suivie est de 5 NTU.

2. Mesure du pH

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène $[H^+]$ présents dans l'eau ou les solutions. Il représente la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (Calomel KCl saturé).

➤ **Mode opératoire:** méthode électrique avec électrode en plastique :

- Etalonner le PH avec une solution tampon à pH=7.
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée.
- Prendre environ 60 ml d'eau à analyser dans un bécher,
- Immerger l'électrode dans l'échantillon.
- Procéder à une agitation.
- Ajouté quelques gouttes d'acide nitrique (HNO_3) uniquement pour les échantillons de L'aluminium.
- Faire la lecture après stabilisation du PH.
- Les mesures sont exprimées en unité de PH.

3 .Dosage d'Aluminium par méthodes kit LCK 301 :

Le Chromazurol S forme avec l'aluminium en milieu tampon acétate légèrement acide une laque de coloration Verte (**voire figure n°18**).



Figure 18 : Apparition de l'aluminium dans le milieu acide avec le Chromazurol S
(couleur verte)

➤ **Préparation des échantillons**

Le pH de l'échantillon doit être entre 2,5 et 3,5. Une valeur de pH plus haute provoque des précipitations sous forme de complexes avec l'Aluminium et de ce fait les résultats mesurés seront trop faibles. Pour cela on ajoute quelques gouttes d'acide nitrique (HNO_3) à 65% à l'échantillon, afin d'ajuster le PH à la valeur limite autorisée.



Figure 19: Acidification des échantillons

➤ **Analyse des échantillons et le contrôle qualité**

- 1- Pipeter 2 ml de la solution A (LCK 301 A), les introduire dans le tube à LCK 301.
- 2- Pipeter 3 ml de l'échantillon, les introduire dans le tube à LCK 301.
- 3- Introduire dans le tube à LCK 301, une cuillère rase du réactif B (LCK 301 B).
- 4- Fermer la cuve et mélanger le contenu jusqu'à dissolution du lyophilisat.
- 5- Attendre 25 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

Pour le contrôle qualité (contrôle de qualité). On doit refaire les mêmes procédures mais à la place de l'échantillon on pipete 3 ml de la solution commercialisée du contrôle qualité (solution standard) LCK 702 et les introduire dans les tubes à LCK 301. La lecture après 25 min.

4. Mesure de l'échantillon et le contrôle qualité dans le spectromètre

Spectrophotométrie d'absorption moléculaire

Les analyses sont réalisées par un spectrophotomètre UV VIS (DR 6000) qui possède une gamme de longueur d'onde allant de 190 à 1100 nm. Lorsqu'un faisceau lumineux de longueur d'onde donnée traverse une solution colorée, une fraction de la lumière incidente est absorbée et ce, en fonction de la concentration du composé coloré. Ceci fournit des mesures numériques en unités directes de concentration, d'absorption ou de pourcentage de transmission.

Le DR 6000 est fourni avec un ensemble complet de programmes d'application et un support multilingue. Ce système de menus peut aussi être utilisé pour générer des rapports et des évaluations statistiques, des courbes d'étalonnage, ainsi que la réalisation des contrôles de diagnostic de l'appareil. (Mode d'emploi « HACH – LANGE ») (Voire figure n° 18).

Cette méthode nous a permis d'analyser la couleur, UV, les paramètres indésirables (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , H_2S , Fe, Mn, Zn, Cu, F ; Al^{3+}).



Figure 20: Spectrophotomètres types DR 6000 (HACH – LANGE).

1- Afficher la fenêtre menu principale du spectromètre DR 6000.

- 2- Introduire le tube du blanc (ZERO LCK 301) dans la porte cuvette adéquate au tube de LCK301.
- 3-Attendre quelque seconde (le spectromètre affiche L1).
- 4-Introduire le tube de l'échantillon, lire directement la concentration en mg/l.
- 5-Suivre les mêmes étapes pour mesurer le contrôle qualité.

Chapitre II

Résultats et discussion

Une des causes les plus courantes de la présence de l'aluminium dans l'eau est l'ajout des sels d'aluminium comme agents de coagulation dans le but de réduire la couleur et la turbidité. L'utilisation de ces sels nécessite des conditions de pH très précises qui, si elles ne sont pas respectées, provoquent des fuites de l'aluminium soluble dans les eaux superficielles traitées. Leur présence peut également signifier un traitement de coagulation défaillant, une rupture des filtres ou d'autre anomalie dans le processus de traitement.

L'ingestion de l'aluminium par l'eau de boisson est faible par rapport à l'alimentation. En effet, elle correspond, en moyenne, à moins de 1 % des apports totaux pour une eau contenant 0.2 mg/l (POTELON.J ; 1998).

Interprétations des résultats

A/ Eaux Brutes :

Les résultats d'analyses des caractéristiques physico-chimique (Température (°C) ; PH ; Turbidité (NTU) et l'aluminium (mg/l)) sont présentés dans les figures 21 et 22:

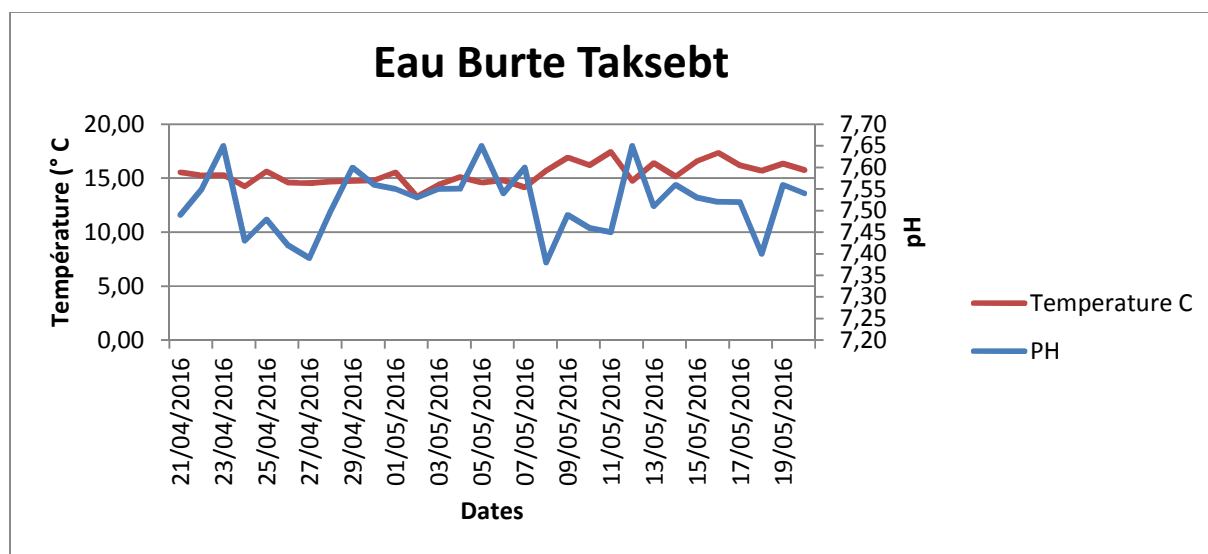


Figure 21 : Evaluation de la Température et le PH de l'eau brute en fonction du temps.

D'après la figure 21 on a remarqué que la température de l'eau brute du barrage de Taksebt est stable, comprise entre 13,30 et 17,45 °C, avec une valeur moyenne de 15,39°C. Elles restent légèrement fraîches car sont alimenté par les eaux de surface à une profondeur importante (prise d'eau immergée).

On constate d'après les résultats obtenus, que les Valeurs du pH de l'eau brute du barrage de TAKSEBT sont légèrement alcalines comprises entre 7,38 et 7,65 et d'une valeur

moyenne de 7,52 ce qui justifie l'utilisation de sulfate d'alumine comme coagulant (figure 21).

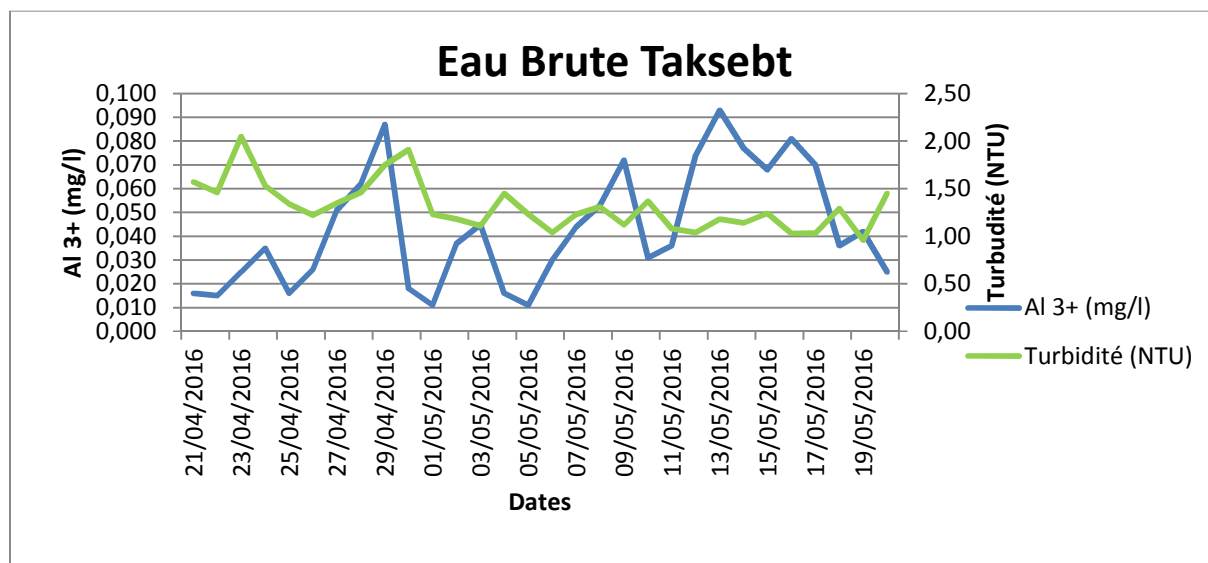


Figure 22 : Evaluation de la Turbidité et l'Aluminium de l'eau brute en fonction du temps.

Les valeurs de la turbidité de l'eau brute du barrage TAKSEBT sont situées entre 0,96 et 2,05 NTU, avec une moyenne égale à 1,32 NTU, ces faibles valeurs indiquent que l'eau brute du barrage TAKSEBT est une eau de bonne qualité du point de vue turbidité, car ces eaux ont un temps de séjour très important qui permet une bonne sédimentation des particules en suspensions et élimination de toutes les particules qui obéissent à la loi de gravitation (voir figure 22).

La teneur en aluminium dans les eaux brutes est généralement faible avec une moyenne de 0,044 mg/l (état de trace) (figure 22), inférieure aux normes requises pour les eaux de bonne qualité.

Ces traces d'aluminium qui se trouvent dans les eaux superficielles, proviennent donc de la lithologie du bassin versant de TAKSEBT dominée par des formations géologiques imperméables. On relève une large répartition du socle cristallophyllien entouré d'un ensemble sédimentaire composé essentiellement d'argile.

B/ Eaux Sortie décanteur filière 01 : Les résultats des analyses d'aluminium sont représentés dans la figure 23.

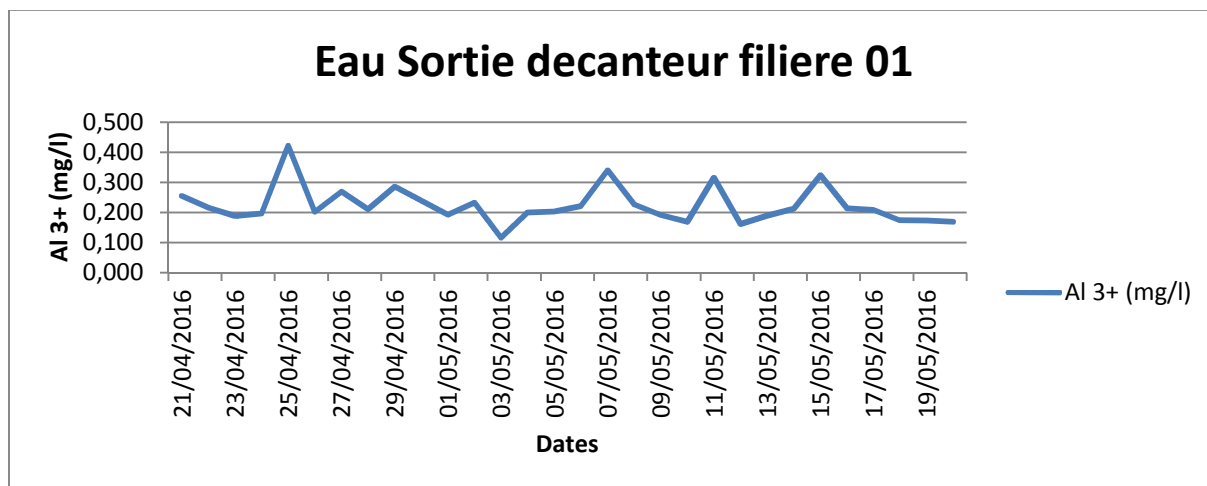


Figure 23: Variation des concentrations d'Al 3+ dans le décanteur filière 01 en fonction de temps.

La teneur en aluminium dans le décanteur filière 01 est importante, avec un minimum de 0,116 mg/l un maximum de 0,422 mg/l.

L'injection des sulfates d'Aluminium provoque l'augmentation de la concentration d'Aluminium dans l'eau, cette concentration diminue progressivement, ceci est due à la formation des floes puis a leur sédimentation.

C/ Eaux Sortie decanteur filiere 02 : Les résultats des analyses d'aluminium sont représentés dans la figure 24.

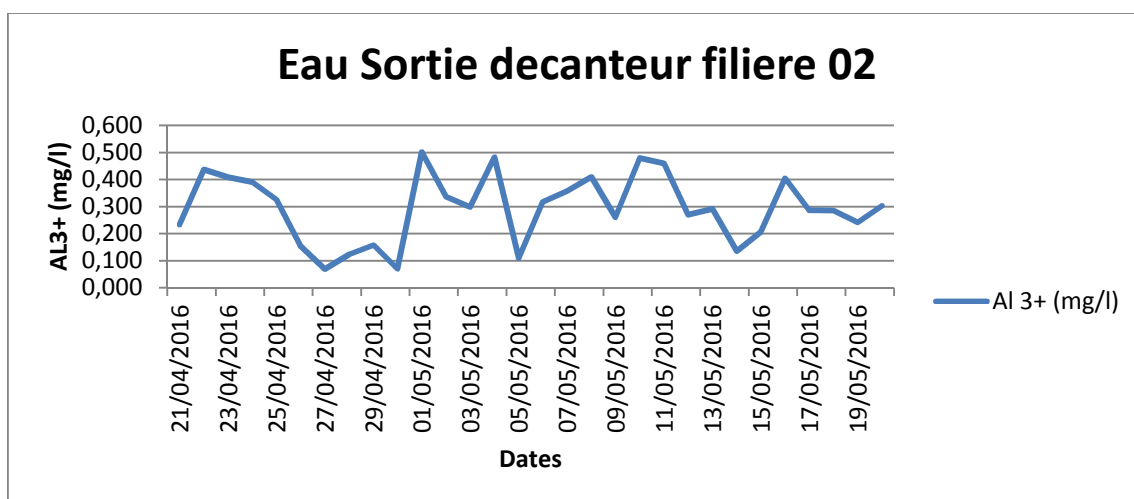


Figure 24: Variation des concentrations d'Al 3+ de l'eau sortie decanteur filière 02 en fonction de temps.

Les concentrations en aluminium de l'eau sortie décanteur filière 02 sont comprises entre 0,069 et 0,502 et une valeur moyenne qui est de 0,293. On remarque une légère augmentation par rapport à celle de l'eau de sortie du décanteur filière 01. Il est possible que c'est le système de traitement lui-même qui génère une fuite d'aluminium.

D/ Eaux Sortie Filtre filière 01 : Les résultats des analyses d'aluminium sont représentés dans la figure 25.

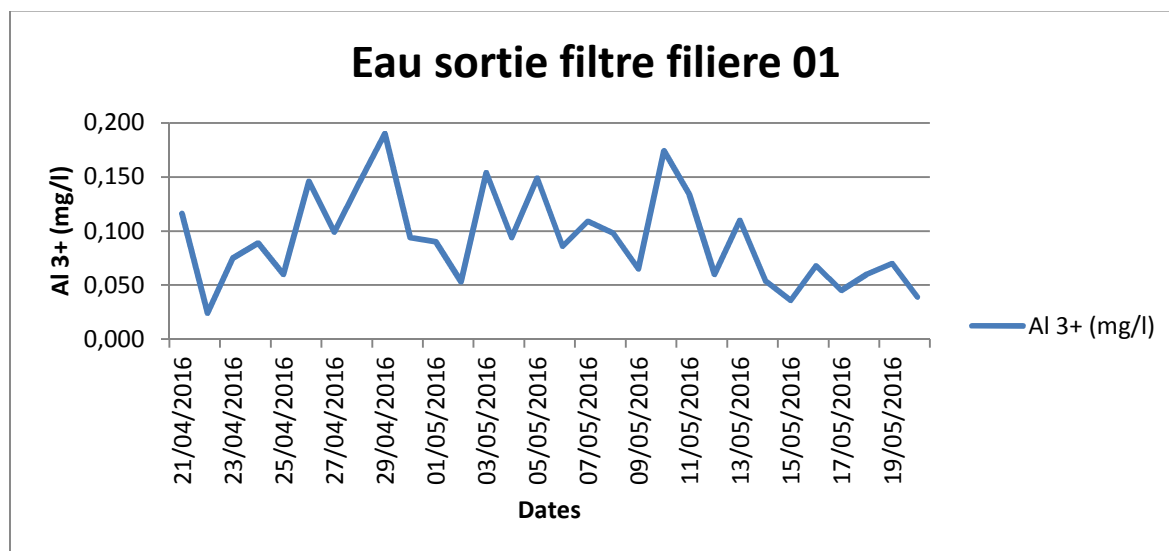


Figure 25: Variation des concentrations d'Al 3+ de l'eau sortie filtre filière 01 en fonction de temps.

Les teneurs en aluminium dans le filtre filière 01 sont variables en fonction du temps sa valeur minimale elle est estimée de 0,024 mg/l et sa valeur maximale elle est de 0,190 mg/l.

La concentration de l'aluminium diminue encore à cause d'une rétention dans le filtre qui contient les couches de sable plus fins, c'est-à-dire il y a eu une très bonne filtration.

E/ Eaux Sortie Filtre filière 02 : Les résultats des analyses d'aluminium sont représentés dans la figure 26.

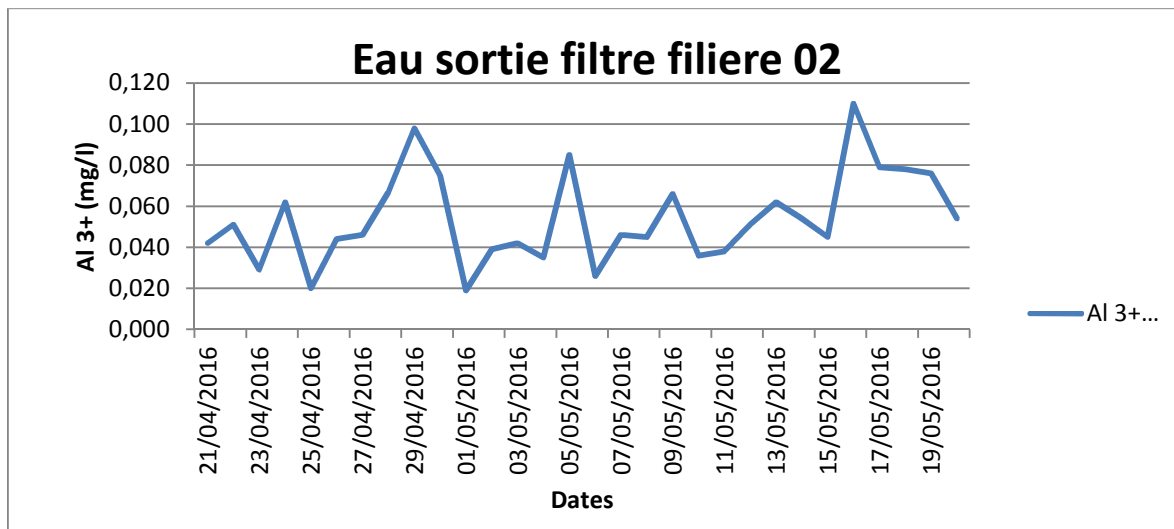


Figure 26: Variation des concentrations d'Al 3+ de l'eau sortie filtre filière 02 en fonction de temps.

Les concentrations en aluminium de l'eau sortie filtre filière 02, avec une valeur minimale de 0,019 mg/l et une valeur maximale de l'ordre de 0,054 mg/l et une concentration moyenne de 0.110 mg/l qui très proche des teneurs rencontrées dans les eaux traitée (0.02 mg/l).

F/ Eaux Traitée TAKSEBT : Les figures 27 et 28 présente les résultats obtenus pour les mesures de la température, le PH, la turbidité et les concentrations en aluminium.

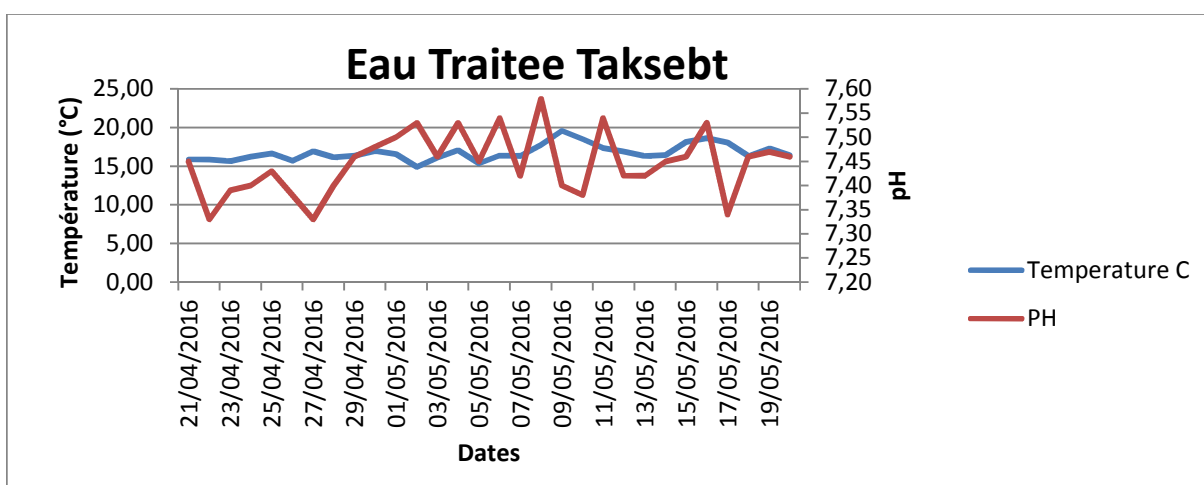


Figure 27: Evaluation de la Température et le PH de l'eau traitée TAKSEBT en fonction du temps.

On constate d'après les résultats obtenus que les valeurs de la température se situent entre 14,90 °C et 19,60 °C, avec une valeur moyenne de 16,79 °C, sachant que la norme algérienne la fixe dans un intervalle de 12 °C et 25 °C.

Le pH enregistré dans l'eau traitée est compris entre 7,33 et 7,58 voisins de la neutralité. Selon la norme, les valeurs du pH d'une eau potable sont compris entre 6,5 et 8,5.

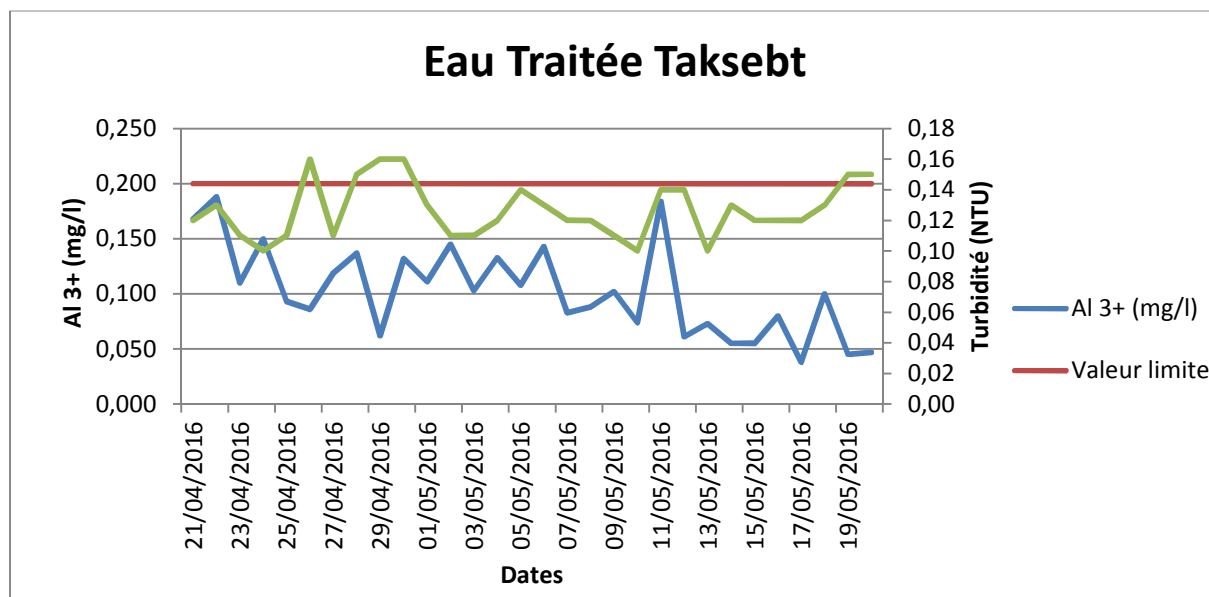


Figure 28: Evaluation de la turbidité et l'aluminium de l'eau traitée Taksebt en fonction du temps.

Les valeurs de la turbidité de l'eau traitée du barrage Taksebt sont comprises entre 0,10 NTU et 0,16 NTU. Grâce aux différents traitements de clarification (coagulation-floculation, décantation et filtration) ; la turbidité est réduite à une valeur moyenne égale à 0,13 NTU, la norme algérienne la fixe à 5 NTU, ces faibles valeurs indiquent que l'eau est de très bonne qualité du point de vue turbidité.

L'eau traitée du barrage de Taksebt présente un taux d'aluminium variant entre 0,038 mg/l et 0,188 mg/l. La valeur moyenne est égale à 0,102 mg/l, inférieur à la norme fixée à 0,2 mg/l.

G/ Concentration moyennes de l'aluminium : Les résultats de la comparaison des teneurs en Aluminium (Al^{3+}) entre l'eau brute et l'eau traitée du barrage de TAKSEBT sont représentés dans la figure 29.

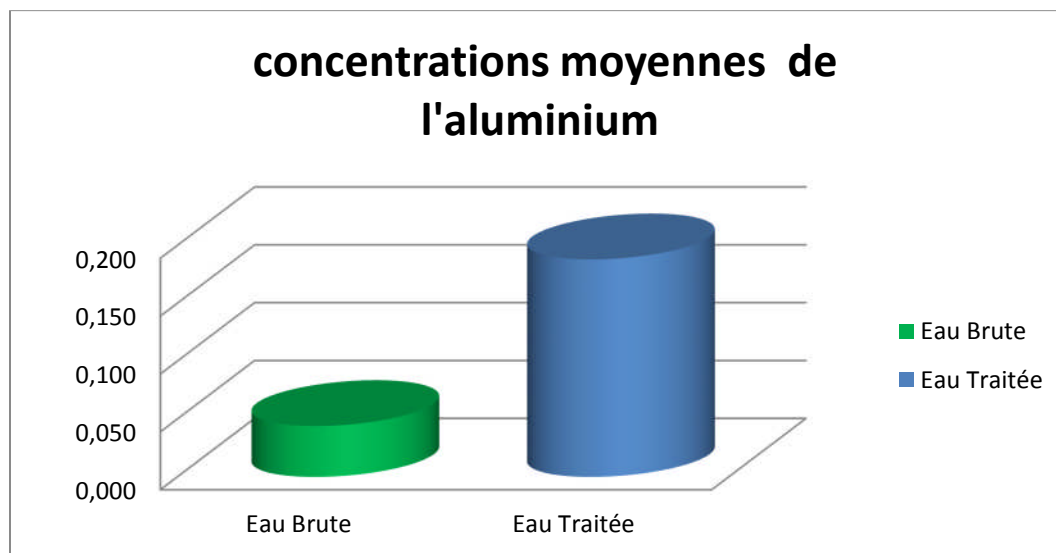


Figure 29 : Comparaison de la teneur d' Al^{3+} (mg/l) entre l'eau brute et l'eau traitée du barrage de Taksebt.

D'après ces résultats on constate l'absence d'une relation linéaire entre les concentrations en aluminium dans les eaux brutes et des eaux traitée. Nos résultats montrent que les teneurs en sortie de station dépassent celles en entrée ; cela est due au traitement par le sulfate d'aluminium qui génère une concentration d'aluminium résiduelle, mais elle reste inférieure à la norme algérienne de potabilité (0,2 mg/l).

Conclusion

Conclusion

La qualité de l'eau destinée à l'alimentation en eau potable (AEP), répond amplement aux exigences légales et normes nationales, voire internationale comme celles de (OMS). Cette ressource constitue un élément très important pour la protection de la santé publique.

L'objectif de notre travail était le suivi et l'évaluation des paramètres physico-chimiques : température, Ph, turbidité et plus a profondément la concentration en Aluminium dans le processus du traitement du barrage de Taksebt, durant un mois. Qui nous a permis de révéler les résultats suivants :

La Température de l'eau brute enregistrée au niveau de la station Taksebt est stable ; légèrement fraîche car elle est alimenté par les eaux de surface à une profondeur importante (prise d'eau immergée). Son pH est légèrement alcalin ce qui justifie l'utilisation de sulfate d'alumine comme coagulant.

Les résultats de la turbidité indiquent que l'eau brute du barrage de TAKSEBT est une eau de bonne qualité, car ces eaux ont un temps de séjour très important qui permet une bonne sédimentation des particules en suspensions et une élimination de toutes les particules qui obéissent a la loi de la gravitation.

Les teneure en aluminium dans les eaux brutes du barrage Taksebt sont généralement en faible concentration avec une moyenne de 0,044 mg/l.

Pour l'eau traitée, les valeurs de la température sont situées dans l'intervalle des normes des eaux potable (entre 12°C et 25°C). Son pH est proche de la neutralité, selon la norme, les valeurs du pH d'une eau potable sont comprises entre 6,5 et 8,5.

Les valeurs de la turbidité sont très faibles ; cella est due à l'efficacité du traitement qui permet l'élimination de différentes particules colloïdales par l'ajout du sulfate d'alumine, elle reste conforme à la norme algérienne qui la fixe à 5 NTU.

L'eau traitée du barrage Taksebt présente un taux d'aluminium variant entre 0,038 mg/l et 0,188 mg/l.

Ces résultats obtenus nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

- L'eau brute de Taksebt et de bonne qualité, elle est améliorée par les traitements effectués au niveau de la station.

Conclusion

- La teneur en aluminium dans les eaux brutes est généralement faible avec une moyenne de 0.044 mg/l (état de trace), et inférieure aux normes requises pour les eaux de bonne qualité.
- Pour l'eau traitée les résultats des paramètres étudiés (Température (°C), PH, Turbidité (NTU)), sont inférieurs aux normes établies par le journal officiel de la république Algérienne de l'eau potable.
- La teneur moyenne en Aluminium dans les eaux traitées est égale à 0,102 mg/l, inférieure à la norme fixée à 0.2 mg/l.

En perspective, il serait intéressant :

- D'utiliser un autre coagulant à la place du sulfate d'aluminium, comme les sels de fer (sulfate ferrique, chlorure ferrique, sulfate ferreux).
- D'optimiser les conditions de coagulation –floculation et respecter la durée de cette phase.
- Nettoyage fréquent des filtres pour réduire les risques de colmatage.
- Utiliser d'autres méthodes que la (**LCK 301**) pour l'analyse de l'Aluminium dans les eaux.

Referances Bibliographiques

Référence Bibliographiques

ADE de TIZI OUZOU ; 2002 : Formation continue en entreprise contrôle des paramètres physico chimiques et bactériologiques d'une eau de consommation ; présenté par Mr et Mme LADEL.

AISSAOUI .AZZEDINE ; 2013 : Evaluation du niveau de contamination des eaux du barrage hammam Ghrouz de la région de Oued Athmania (wilaya de MILA par les activités agricoles). Thèse de Magister Université de Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.

BEHLOOL SAMIA ; 2009 : Evaluation de la matière organique dans l'eau du barrage de TIMGAD. Mémoire de magister En chimie de l'Eau Dessalement et Environnement. Faculté mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de magister en Chimie de l'Eau / Dessalement et Environnement, évaluation de la matière organique dans l'eau du barrage de Timgad.

BERANGER et al ; 2012

BOUBCHIR F et NESSAH H ; 2004 : caractérisation de la qualité physico- chimique et bactériologique des eaux du bassin versant du barrage de Taksebt (Tizi –ouzou). Mémoire de fin d'étude diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie.

BOUZIANI MUSTAPHA ; 2000 : L'eau de la pénurie aux maladies ; édition I ben Khaldoun, Oran.

GOURIER CLAIRE et al ; 2003 : Aluminium. Quels risques pour la santé ?, synthèse des études épidémiologiques.

CATHALIFAUD G., Ayele J., Mazet M., 1977, Etude de la complexation des ions aluminium par des molécules organiques : constantes et stoechiométrie des complexes. Application au traitement de potabilisation des eaux, Pergamon 4 :689-698.

CHERIFI MOUNA ; 2013 : Décontamination électrocinétique d'une boue d'eau potable contenant de l'aluminium. Thèse présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en science Spécialité Chimie analytique. Université Badji Mokhtar.

CHEVOLET H ; 1996 : processus unitaires du traitement de l'eau potable ; édition CEBEDOC sprl Liège.

Référence Bibliographiques

CARDOT CLAUDE ; 1999 : Les traitements de l'eau ; procédés physico- chimiques et biologiques ; Ellipses Edition Marketing S.A.

CLAUDE CARDOT et al ; 2001. Technique appliquées au traitement de l'eau.

CONSTANTINI ; 1991

COULIBALY KASSIM ; 2005 : Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako. Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de BAMAKO .Mali, 69 p .

DEGREMONT ; 2005 : mémento technique de l'eau ; 10 ème édition ; tome1. (880 pages).

DEGREMONT ; 1978 : Mémento technique de l'eau 8ème édition : Technique et documentation, Paris.

DEGREMONT ; 1989 : mémento technique de l'eau. Edition : Techniques et documentation, Paris.

DESJARDINS Raymond : le traitement des eaux 2 ème édition 1990 de l'Ecole Polytechnique de Montréal. (304 pages).

DESJARDINS RAYMOND ; 1997 : Le traitement des eaux ; 2ème édition revue et enrichie ; Presses internationales Polytechnique ; Canada.

FESTY BERNARD et al ; 2003 : qualité de l'eau ; environnement et santé publique. Édition /Tec & Doc, Acton Vale/Paris. (Pages 333-368).

FRANCK REJSEK ; 2002 : Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques ; centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine.

GALLOTTI SOPHIE et al ; 2003 : Evaluation des risques sanitaires liés à l'exposition de la population française à l'aluminium (eaux, aliments, produits de santé).

GANI Fatima ; 2001 : analyse et traitement des eaux du barrage de Taksebt, mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie. UMMTO.

GERARD. Groscloude, L'eau: Usages et polluants, Editions QUAE, 1999, 210 p.

Référence Bibliographiques

HADDOU MENANA ; 2010 : Dégradation de dérivés de l'acide benzoïque par les procédés d'oxydation avancée en phase homogène : procédés Fenton, photo et photo catalyse. Thèse de doctorat Toulouse, Délivré l'Université Toulouse III-Paul Sabatier spécialité : Chimie Macromoléculaire et Supramoléculaire

HAMED MOHAMED *et al* ; 2012 : étude des propriétés physico- chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF-TORBA Bechar ; en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'état en Biologie. Université de Bechar.

HARRAT NABIL ; 2013 : Elimination de la matière organique naturelle dans une filière conventionnelle de potabilisation d'eaux de surface. Thèse présenté en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en sciences.

HERNANDEZ DE LEON HÉCTOR RICARDO ; 2006 : Thèse préparée au Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes du CNRS. En vue de l'obtention de Docteur de l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse.

JEAN RODIER : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mers ; 8ème édition 2005, Editeur Dunod. (1381 pages)

Jean Rodier, Bernard Legube, Nicole Merlet : L'analyse de l'eau, 9ème édition 2009. Editeur Dunod. (1526 pages)

KETTAB ABD ELKADER ; 1992 : Traitement des eaux, éd office des publications universitaires. Place centrale de Ben-Aknoun (Alger), 151 pages

KHALID AROUYA ; 2011 : Pollution des eaux, impacte des eaux usées sur la qualité des eaux de surface, édition université européenne.

LOUNAS AMEL ; 2009 : Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station HAMADI-KROMA de Skikda ; Thèse de Magister présenté à l'université du 20 Août 1955 Skikda.

LOI CANADINNE SUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ; 2000 : Listes des substances d'intérêt prioritaire, rapport d'évaluation suivi du l'état de la science (Chlorure d'aluminium, Nitrate d'aluminium, Sulfate d'aluminium).

Référence Bibliographiques

MAKHOUKH MOHAMED et al ; 2011 : Contribution a l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (Maroc oriental). Université Mohammed premier, faculté des sciences, centre de l'oriental des sciences et technologies de l'eau, Oujda, Maroc.

MANHAL AB ; 2006 : Optimisation d'un procédé de traitement des eaux par ozonation catalytique. Thèse pour l'obtention du grade de docteur de l'université de Poitiers.

MEGHZI BACHIR et al ; 2012 : Aluminium résiduel et optimisation des étapes de la Clarification dans les stations de traitement des eaux

MIZI ABDELKADER ; 2006 : thèse docteur d'état, traitement des eaux de rejet d'une raffinerie-région de Bejaia et valorisation de déchets oléicoles.

(POTELON.J ; 1998)

ROSIN C et al ; 1990 : Impact des ultrasons dans le dosage de l'aluminium en absorption atomique sans flamme, T.S.M-L'EAU, 2, PP 81-84.

SARDI KELTOUM; 2014 : Contrôle de la qualité de l'eau de la station d'hémodialyse de l'EHU 1^{er} Novembre. Université Mohammed **Boudeyafe** Oran

Schaller K.H., Letzel S., Angerer J., Seiler HG., Sigel A., Sigel E., 1994, Aluminum, editors. Handbook on metals and clinical and analytical chemistry. New York: Marcel Dekker 217-226.

TAZIBT.S et OUAZAR.A ; 2011 : mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en écologie végétale et environnement. Le traitement des eaux de surface du barrage «Taksebt » Tizi Ouzou.

VALENTIN NICOLAS ; 2000 : Construction d'un capteur logiciel pour le contrôle automatique du procédé de coagulation en traitement d'eau potable. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Docteur de l'UTC.

Annexes

Tableau : Les principales maladies d'origine hydrique et leurs agents pathogènes (Emmanuel J).

Maladies	Agents
Origine bactérienne Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes Dysenteries bacillaires Choléra Gastro-entérites aiguës diarrhéiques Pneumonies	Salmonella Typhi Salmonella paratyphi A et B Shigella Vibrio cholerae Escherichia coli entérotoxigène Campilobacter jejuni / coli Yersinia enterocolitica salmonellasp. Shigella SP Legionella pneumophila
Origine virale Hépatite A et E Poliomyélite Gastro-entérites aiguës diarrhéiques	Virus hépatite A et E Virus poliomyélitique Virus Norwalk Rotavirus Astrovirus Calicivirus Coronavirus Entérovirus Adénovirus Réovirus
Origine parasitaire Dysenteries amibiennes Gastro-entérites	Entamoeba histolytica Giardia lamblia Cryptosporidium

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 18 2 MARS

2011

PARAMETRES DE QUALITE DE L'EAU DE CONSOMMATION HUMAINE

(PARAMETRES AVEC VALEURS LIMITES)

Groupe de paramètres	Paramètres	Unités	Valeurs limites
Paramètres organoleptique	Couleur	Mg/l platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 12 ° C	Taux dilution	4
	Saveur 25 ° C	Taux dilution	4
Paramètres physicochimiques en relation avec a structure naturelle de l'eau	Alcalinité	Mg/l en Ca Co3	500
	Calcium	Mg/l en Ca Co3	200
	Chlorures	Mg/l	500
	Concentration en ions d'hydrogènes	Unité pH	>6,5 et <9
	Conductivité à 20 ° C	µ S/cm	2800
	Dureté	Mg/l en Ca Co3	200
	Potassium	Mg/l	12
	Résidu sec	Mg/l	1500
	Sodium	Mg/l	200
	Sulfates	Mg/l	400
Température	° C	25	
Paramètres chimique	Aluminium	Mg/l	0.2
	Ammonium	Mg/l	0.5
	Baryum	Mg/l	0.7
	Bore	Mg/l	1
	Fer total	Mg/l	0.3
	Fluorures	Mg/l	1.5
	Manganèse	µg/l	50
	Nitrates	Mg/l	50

	Nitrites	Mg/l	0.2
	Oxydabilités	Mg/l O2	5
	Phosphore	Mg/l	5
	Acrylamide	µg/l	0.5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cuivre	µg/l	2
	Cyanure	µg/l	20
	Mercure	µg/l	6
	Nickel	µg/l	70
	Plomb	µg/l	10
	Sélénium	µg/l	10
	Zinc	Mg/l	5
	Chlore	Mg/l	5
Paramètres microbiologiques	Escherichia coli	n/100ml	0
	Entérocoques	n/100ml	0
	Bactéries sulfitoréductrices	n/200ml	0

Les normes de potabilité selon l'OMS en 2006

GRUPE DE PARAMETRE	Paramètres	Unités	Valeurs indicatives
Paramètres physiques	PH		Pas de valeur guide mais un optimum entre 6,5 et 9,5
	Conductivité		pas de norme
	Température		Acceptable
	Turbidité		Non mentionnée
Paramètres	Couleur		Pas de valeur guide

organoleptiques	Goût et odeur		Acceptables
Eléments toxiques	Arsenic (As)	mg/l	0.01
	Cadmium(Cd)	mg/l	0,003
	Chrome Cr ⁺³ , Cr ⁺⁶	mg/l	chrome total : 0,05
	Cyanure (CN ⁻)	mg/l	0,07
	Mercure (Hg)	mg/l	inorganique : 0,006
	Sélénium(Se)	mg/l	0,01
	Plomb(Pb)	mg/l	0,01
	Antimoine(Sb)	mg/l	0.02
	Fer(Fe)		Pas de valeur guide
	Manganèse(Mn)	mg/l	0 ,4
Eléments indésirables	Aluminium(Al)	mg/l	0,2
	Cuivre (Cu ²⁺)	mg/l	2
	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	0.5
	Argent		Pas de valeur guide
	Fluorures	mg/l	1,5
	Zinc(Zn)	mg/l	3
	Bore(B)	mg/l	0.5
	Hydrocarbures aromatiques polynucléaires C ₂ H ₃ N ₁ O ₅ P _{1 3}	µg/l	0.1
	Pesticides	mg/l	0.0001
Minéralisation Globale	THM (Trihalométhanes) C Cl ₄	µg/l	4
	CalciumCa ²⁺	mg/l	100

	Chlorures(Cl)	mg/l	250
	<u>Dureté mg/l CaCO₃</u>	Ppm	200
	Sodium (Na)	mg/l	20
	Potassium (K ⁺)	mg/l	12
Paramètres microbiologiques	Coliformes totaux	nb/100ml	0
	Coliformes fécaux	nb/100ml	0
	Streptocoques fécaux	nb/100ml	0
	Clostridium Sulfito- Réducteurs	nb/100ml	0
	Staphylocoques pathogènes	nb/100ml	0
	Spoires des bactéries	nb/20ml	0
	Vibrions cholériques	nb/10ml	Absence
	Salmonella	nb/5l	Absence

Tableau 1: Les analyses de l'eau brute en fonction du temps effectué au niveau du laboratoire Taksebt.

Point de surveillance	Dates	Eau BRUTE Taksebt			
		T °C	PH	Turbidité(NTU)	Al 3+ (mg/l)
Eau Brute Taksebt	21/04/2016	15,55	7,49	1,57	0,016
	22/04/2016	15,25	7,55	1,46	0,015
	23/04/2016	15,30	7,65	2,05	0,025
	24/04/2016	14,25	7,43	1,53	0,035
	25/04/2016	15,65	7,48	1,34	0,016
	26/04/2016	14,60	7,42	1,22	0,026
	27/04/2016	14,55	7,39	1,35	0,051
	28/04/2016	14,70	7,50	1,46	0,062
	29/04/2016	14,75	7,60	1,75	0,087
	30/04/2016	14,80	7,56	1,91	0,018
	01/05/2016	15,55	7,55	1,23	0,011
	02/05/2016	13,30	7,53	1,18	0,037
	03/05/2016	14,40	7,55	1,11	0,045
	04/05/2016	15,10	7,55	1,45	0,016
	05/05/2016	14,60	7,65	1,23	0,011
	06/05/2016	14,80	7,54	1,04	0,030
	07/05/2016	14,15	7,60	1,23	0,044
	08/05/2016	15,70	7,38	1,31	0,053
	09/05/2016	16,90	7,49	1,12	0,072
	10/05/2016	16,20	7,46	1,37	0,031
	11/05/2016	17,45	7,45	1,08	0,036
	12/05/2016	14,75	7,65	1,04	0,074
	13/05/2016	16,40	7,51	1,18	0,093
	14/05/2016	15,15	7,56	1,14	0,077
	15/05/2016	16,60	7,53	1,24	0,068
	16/05/2016	17,35	7,52	1,03	0,081
	17/05/2016	16,20	7,52	1,03	0,070
	18/05/2016	15,70	7,40	1,29	0,036
	19/05/2016	16,35	7,56	0,96	0,042
	20/05/2016	15,75	7,54	1,45	0,025
Min		13,30	7,38	0,96	0,011
Max		17,45	7,65	2,05	0,093
Moyenne		15,39	7,52	1,32	0,044

Tableau 2: Les analyses de l'eau sortie décanteur filière 01 en fonction du temps effectué au niveau du laboratoire Taksebt.

Point de surveillance	Dates	Eau sortie décanteur filière 01				
		T° C	PH	Turbidité (NTU)	Al 3+ (mg/l)	
Eau sorite décanteur filière 01	21/04/2016	14,05	7,23	0,63	0,255	
	22/04/2016	13,55	7,20	0,61	0,216	
	23/04/2016	13,10	7,24	0,76	0,188	
	24/04/2016	12,70	7,18	0,65	0,197	
	25/04/2016	12,05	7,27	0,76	0,422	
	26/04/2016	12,05	7,23	0,57	0,202	
	27/04/2016	13,00	7,15	0,75	0,269	
	28/04/2016	14,00	7,32	0,85	0,210	
	29/04/2016	14,65	7,25	0,69	0,286	
	30/04/2016	14,65	7,19	0,90	0,239	
	01/05/2016	15,05	7,21	0,78	0,192	
	02/05/2016	16,30	7,28	0,72	0,233	
	03/05/2016	15,20	7,23	0,80	0,116	
	04/05/2016	13,90	7,18	0,82	0,200	
	05/05/2016	13,85	7,25	0,59	0,203	
	06/05/2016	14,20	7,25	0,65	0,221	
	07/05/2016	14,00	7,29	0,67	0,340	
	08/05/2016	13,35	7,23	0,78	0,226	
	09/05/2016	13,65	7,26	0,69	0,191	
	10/05/2016	13,20	7,34	0,60	0,169	
	11/05/2016	12,55	7,18	0,92	0,316	
	12/05/2016	14,45	7,28	0,62	0,161	
	13/05/2016	14,80	7,25	0,72	0,189	
	14/05/2016	14,70	7,27	0,79	0,212	
	15/05/2016	15,05	7,25	0,82	0,324	
	16/05/2016	14,65	7,40	0,57	0,214	
	17/05/2016	14,30	7,34	0,63	0,208	
	18/05/2016	14,45	7,29	0,59	0,173	
	19/05/2016	15,03	7,25	0,65	0,173	
	20/05/2016	15,00	7,27	0,68	0,169	
	Min		12,05	7,15	0,57	0,116
	Max		16,30	7,40	0,92	0,422
Moyenne		14,06	7,25	0,71	0,227	

Tableau 3: Les analyses de l'eau sortie décanteur filière 02 en fonction du temps effectué au niveau du laboratoire Taksebt.

Point de surveillance	Dates	Eau sortie décanteur filière 02			
		T° C	PH	Turbidité (NTU)	Al 3+ (mg/l)
Eau sortie décanteur filière 02	21/04/2016	16,60	7,36	2,32	0,233
	22/04/2016	17,00	7,48	1,53	0,437
	23/04/2016	16,10	7,50	1,70	0,408
	24/04/2016	15,25	7,38	1,27	0,391
	25/04/2016	14,75	7,39	0,55	0,326
	26/04/2016	15,50	7,44	0,79	0,153
	27/04/2016	15,35	7,35	0,80	0,069
	28/04/2016	15,28	7,44	0,59	0,123
	29/04/2016	15,30	7,30	0,55	0,158
	30/04/2016	15,15	7,39	1,25	0,070
	01/05/2016	14,55	7,44	1,41	0,502
	02/05/2016	13,95	7,46	0,84	0,336
	03/05/2016	14,95	7,48	0,59	0,298
	04/05/2016	14,70	7,42	0,93	0,483
	05/05/2016	14,70	7,41	0,59	0,109
	06/05/2016	15,80	7,51	0,50	0,317
	07/05/2016	14,80	7,37	0,46	0,358
	08/05/2016	15,00	7,48	0,71	0,410
	09/05/2016	16,90	7,41	0,42	0,261
	10/05/2016	16,25	7,42	0,41	0,480
	11/05/2016	15,30	7,48	0,82	0,459
	12/05/2016	16,15	7,44	0,53	0,270
	13/05/2016	15,30	7,44	0,48	0,291
	14/05/2016	15,90	7,40	0,70	0,135
	15/05/2016	15,25	7,46	0,71	0,206
	16/05/2016	15,30	7,47	0,57	0,405
	17/05/2016	15,50	7,30	0,59	0,285
	18/05/2016	15,60	7,46	0,70	0,285
	19/05/2016	15,10	7,46	0,48	0,241
	20/05/2016	15,65	7,47	0,98	0,303
Min		13,95	7,30	0,41	0,069
Max		17,00	7,51	2,32	0,502
Moyenne		15,43	7,43	0,86	0,293

Tableau 4: Les analyses de l'eau sortie Filtre filière 01 en fonction du temps effectué au niveau du laboratoire Taksebt.

Point de surveillance	Dates	Eau sortie Filtre filière 01			
		T° C	PH	Turbidité (NTU)	Al 3+ (mg/l)
Eau sortie filtre filière 01	21/04/2016	15,45	7,41	0,20	0,116
	22/04/2016	15,35	7,45	0,25	0,024
	23/04/2016	15,70	6,81	0,18	0,075
	24/04/2016	14,15	6,93	0,21	0,089
	25/04/2016	14,50	7,05	0,41	0,060
	26/04/2016	14,65	7,15	0,15	0,146
	27/04/2016	15,25	6,86	0,14	0,099
	28/04/2016	15,80	7,07	0,15	0,145
	29/04/2016	15,55	7,40	0,18	0,190
	30/04/2016	14,95	7,21	0,18	0,094
	01/05/2016	14,85	6,98	0,17	0,090
	02/05/2016	14,35	7,45	0,14	0,053
	03/05/2016	15,30	7,49	0,15	0,154
	04/05/2016	14,85	7,41	0,12	0,094
	05/05/2016	14,80	7,51	0,13	0,149
	06/05/2016	15,60	7,39	0,12	0,086
	07/05/2016	15,30	7,51	0,14	0,109
	08/05/2016	15,50	7,40	0,14	0,098
	09/05/2016	17,10	7,48	0,11	0,065
	10/05/2016	16,75	7,43	0,18	0,174
	11/05/2016	16,00	7,41	0,12	0,134
	12/05/2016	16,60	7,54	0,12	0,060
	13/05/2016	15,05	7,46	0,19	0,110
	14/05/2016	15,25	7,45	0,26	0,054
	15/05/2016	15,85	7,52	0,18	0,036
	16/05/2016	16,15	7,46	0,13	0,068
	17/05/2016	16,10	7,46	0,13	0,045
	18/05/2016	16,55	7,32	0,23	0,060
	19/05/2016	16,90	7,42	0,13	0,070
	20/05/2016	15,80	7,10	0,13	0,039
Min		14,15	6,81	0,11	0,024
Max		17,10	7,54	0,41	0,190
Moy		15,54	7,31	0,17	0,093

Tableau 5: Les analyses de l'eau sortie Filtre filière 02 en fonction du temps effectué au niveau du laboratoire Taksebt.

Point de surveillance	Dates	Eau sortie Filtre filière 02			
		T° C	PH	Turbidité (NTU)	Al 3+ (mg/l)
Eau sortie Filtre filière 02	21/04/2016	17,20	6,97	0,08	0,042
	22/04/2016	15,80	7,15	0,15	0,051
	23/04/2016	15,30	7,08	0,16	0,029
	24/04/2016	14,45	7,15	0,09	0,062
	25/04/2016	13,90	7,20	0,08	0,020
	26/04/2016	15,00	7,22	0,10	0,044
	27/04/2016	15,25	7,25	0,11	0,046
	28/04/2016	15,45	7,24	0,14	0,067
	29/04/2016	15,22	7,29	0,13	0,098
	30/04/2016	14,89	7,32	0,14	0,075
	01/05/2016	15,60	7,33	0,16	0,019
	02/05/2016	14,15	7,46	0,11	0,039
	03/05/2016	14,95	7,46	0,13	0,042
	04/05/2016	15,10	7,42	0,12	0,035
	05/05/2016	14,90	7,52	0,15	0,085
	06/05/2016	15,80	7,39	0,13	0,026
	07/05/2016	17,00	7,52	0,12	0,046
	08/05/2016	15,75	7,43	0,12	0,045
	09/05/2016	18,05	7,51	0,12	0,066
	10/05/2016	16,70	7,44	0,19	0,036
	11/05/2016	16,35	7,40	0,12	0,038
	12/05/2016	16,75	7,52	0,14	0,051
	13/05/2016	15,30	7,47	0,16	0,062
	14/05/2016	15,35	7,47	0,19	0,054
	15/05/2016	15,75	7,48	0,19	0,045
	16/05/2016	16,40	7,50	0,10	0,110
	17/05/2016	16,05	7,47	0,16	0,079
	18/05/2016	16,20	7,31	0,13	0,078
	19/05/2016	16,65	7,16	0,12	0,076
	20/05/2016	16,00	7,03	0,17	0,054
Min		13,90	6,97	0,08	0,019
Max		18,05	7,52	0,19	0,110
Moy		15,65	7,33	0,13	0,054

Tableau 6: Les analyses de l'eau traitée en fonction du temps effectué au niveau du laboratoire Taksebt.

Point de surveillance	Dates	Eau Traitée Taksebt				
		T ° C	PH	Turbidité(NTU)	Al 3+(mg/l)	
Eau traitée Taksebt	21/04/2016	15,85	7,45	0,12	0,168	
	22/04/2016	15,88	7,33	0,13	0,188	
	23/04/2016	15,66	7,39	0,11	0,110	
	24/04/2016	16,22	7,40	0,10	0,150	
	25/04/2016	16,65	7,43	0,11	0,093	
	26/04/2016	15,70	7,38	0,16	0,086	
	27/04/2016	16,95	7,33	0,11	0,119	
	28/04/2016	16,15	7,40	0,15	0,137	
	29/04/2016	16,35	7,46	0,16	0,062	
	30/04/2016	17,00	7,48	0,16	0,132	
	01/05/2016	16,55	7,50	0,13	0,111	
	02/05/2016	14,90	7,53	0,11	0,145	
	03/05/2016	16,10	7,46	0,11	0,103	
	04/05/2016	17,05	7,53	0,12	0,133	
	05/05/2016	15,35	7,45	0,14	0,108	
	06/05/2016	16,40	7,54	0,13	0,143	
	07/05/2016	16,30	7,42	0,12	0,083	
	08/05/2016	17,75	7,58	0,12	0,088	
	09/05/2016	19,60	7,40	0,11	0,102	
	10/05/2016	18,50	7,38	0,10	0,074	
	11/05/2016	17,35	7,54	0,14	0,184	
	12/05/2016	16,90	7,42	0,14	0,061	
	13/05/2016	16,30	7,42	0,10	0,073	
	14/05/2016	16,45	7,45	0,13	0,055	
	15/05/2016	18,15	7,46	0,12	0,055	
	16/05/2016	18,65	7,53	0,12	0,080	
	17/05/2016	18,05	7,34	0,12	0,038	
	18/05/2016	16,30	7,46	0,13	0,100	
	19/05/2016	17,30	7,47	0,15	0,045	
	20/05/2016	16,40	7,46	0,15	0,047	
	Min		14,90	7,33	0,10	0,038
	Max		19,60	7,58	0,16	0,188
Moyenne		16,79	7,45	0,13	0,102	

Dosage de l'aluminium par spectrophotométrie

Méthode de l'eriochrome

1) Mesure de l'échantillon :

Verser 25 ml d'échantillon à analyser dans une fiole de 50 ml.

Ajouter à chaque fois les réactifs dans l'ordre suivant :

- 1- 0.5 ml de thiosulfate de sodium 0.028 N et agiter.
- 2- 1 ml d'acide ascorbique de concentration 10 g/l.
- 3- 1 ml d'acide sulfurique 0.04 N.
- 4- 10 ml de la solution tampon (PH 6.2).
- 5- 5 ml de la solution fille de l'eriochrome cyanine.
- 6- Compléter chaque fiole à 50 ml avec de l'eau distillée, et homogénéiser.
- 7- Laisser reposer 10 minutes avant mesure au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 535 nm.

Dosage d'ALUMINIUM :

Méthode 8012

Méthode Aluminon1

Pochettes de réactif (0,008 – 0,800 mg/L)

Préparer les articles suivants :

Pochettes de réactif pour aluminium AluVer 3

Pochettes de réactif à l'acide ascorbique

Pochettes de réactif décolorant Bleaching 3

Eprouvette graduée, 50 ml, avec bouchon en verre

Cuves carrées, 1-pouce, 10 ml

Mode opératoire :

1. Appuyer sur **Programmes enregistrés**
2. Sélectionner le programme d'analyse.
3. Remplir une éprouvette graduée pour homogénéisation de 50 ml jusqu'au trait de 50 ml avec l'échantillon.

Transférer le contenu d'une pochette de réactif à l'acide ascorbique dans l'éprouvette. Boucher et retourner plusieurs fois pour homogénéiser jusqu'à dissolution de la poudre.

4. Transférer le contenu d'une pochette de réactif pour aluminium AluVer 3 dans l'éprouvette. Boucher.

Une coloration rouge-orange apparaîtra en présence d'aluminium.

5. Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur **OK**.

6. Retourner plusieurs fois pour homogénéiser jusqu'à dissolution de la poudre pendant une minute. Des résultats aberrants seront obtenus s'il reste de la poudre non dissoute.

7. Préparation du blanc :

Remplir une cuve carrée de 1" jusqu'au trait de 10 ml avec la mélange de l'éprouvette.

8. Transférer le contenu d'une pochette de réactif décolorante Bleaching 3 dans la cuve.

9. Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur **OK**.

10. Agiter énergiquement pendant les 30 secondes pour homogénéiser. Cette solution devrait virer vers une couleur orange moyennement faible.

11. Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur **OK**. Une période de réaction de 15 minutes va commencer.

12. Préparation de l'échantillon :

Remplir une autre cuve carrée de 1" jusqu'au trait de 10 mL avec de la solution restante dans l'éprouvette graduée.

13. Dans les 5 minutes après le retentissement de la minuterie, essuyer l'extérieur du blanc et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite.

14. Sélectionner sur l'écran : **Zéro**

Indication à l'écran : **0.000 mg/L Al 3+**

15. Essuyer immédiatement l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite.

16. Sélectionner sur l'écran : **Mesurer**

Les résultats sont indiqués en **mg/l Al 3+**



La solution commercialisée du Qc

Acide nitrique (HNO₃)

Réactifs A (Ammonium acétate ; méthanol ; sodium acétate) et réactifs B (Acide ascorbique ; sodium thiosulfate)