

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou
Faculté des sciences Biologiques et des sciences Agronomiques
Département de Biochimie et de Microbiologie



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme du Master II

Option: Microbiologie Appliquée

Thème



*Evaluation de la qualité physico-chimique
et bactériologique des eaux brutes et traitées
du barrage Taksebt (cas de la station monobloc)*

Réalisé par :

Mme : GUERMAH DJEDJIGA

Melle : TADJADIT KARIMA

Encadré par :

Mr :METAHRI

Présenté devant le jury:

Présidente : Melle. A. BENAHMED DJILLALI.

Promoteur :Mr. M.S METAHRI.

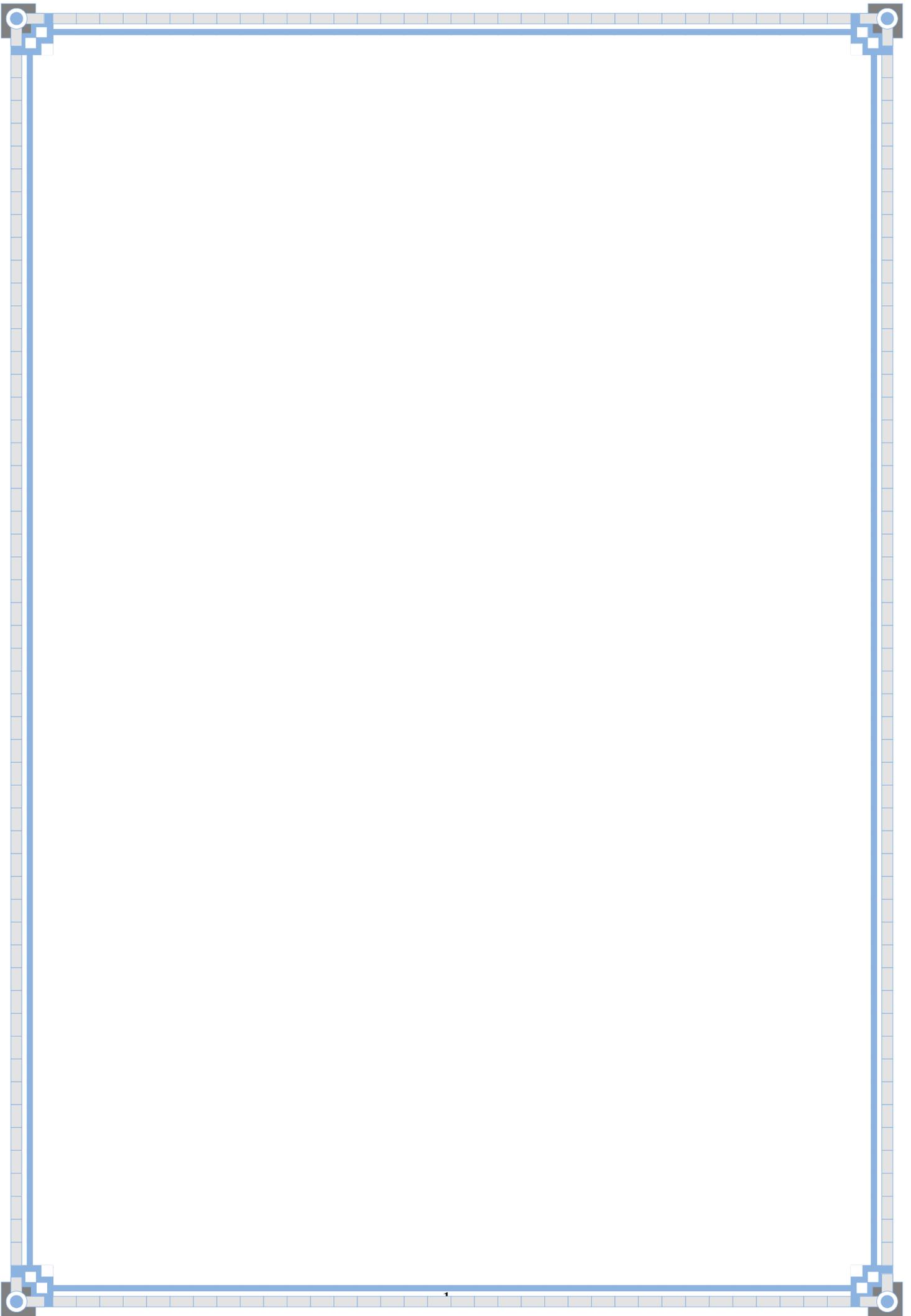
Examinatrice: Mme. Z. HELLAL.

MCA UMMTO

MCA UMMTO

MAA UMMTO

Promotion 2016 - 2017



Remerciements

Nous tenons à présenter nos vifs remerciements tout d'abord :

Au Seigneur « Dieu » tout puissant, qui nous a accordé vie, santé, paix et esprit.

A monsieur METAHRI, notre promoteur pour ses encouragements, ces conseils et son encadrement.

A Tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce présent travail et au bon déroulement de notre cursus, Notamment ;

- nos chers enseignants ;*
- l'Algérienne des eaux à sa tête monsieur BERZOUK AMAR , le chef du laboratoire Mme LADJEL et ses collaborateurs ainsi qu'au staff de la station monobloc TAKSEBT.*
- Le personnel de la résidence universitaire HASNAOUA II*
- Le staff administratif du département BMC en particulier Mr BARIZ , SEBANE et Mme ZENIA.*

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail qui est la récolte de tant d'efforts et de recherches à :

- *Mes chers parents, les personnes les plus importantes de ma vie, que j'aime et à qui je souhaite une longue et heureuse vie.*
- *Ma chère sœur KARIMA, et mon cher frère YUCEF.*
- *Ma grand-mère ZAIJA et à qui je souhaite une longue vie.*
- *Mes tantes FATMA, ZAHIA, GHANIA, et SAMIA.*
- *Mon oncle AZIZ.*
- *Mon oncle MOUHEND, sa femme CHAFIA et leur fille AYA que j'aime beaucoup.*
- *Toute la famille, proches et mes amies.*

NAWAL

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

La mémoire de ma mère pour m'avoir donnée la vie et la joie de vivre. Ta bonne éducation, tes conseils et tes bénédictions n'ont jamais fait défaut, que Dieu le tout puissant t'accorde son paradis éternel (amen).

A mon père en signe de reconnaissance de l'immense bien que vous avez fait pour moi concernant mon éducation qui aboutit aujourd'hui à la réalisation de cette étude. Recevez à travers ce travail, toute ma gratitude et mes profonds sentiments. Que Dieu le tout puissant soit à vos côtés et vous accorde une meilleure santé (amen).

Mes deux frères MUSTAPHA, et KARIM.

Toute ma famille, proches ainsi que tous mes amis.

MOHAMMED

Dédicaces

Je dédie cet humble travail à :

- *Ma chère mère.*
- *A mon défunt père*
- *A mon cher époux NABIL.*
- *A mes trois trésors CECILE, ANAIS et MARIANE.*
- *A mes chers collègues des œuvres universitaires en particulier les fonctionnaires de la résidence universitaire HASNAOUA II.*

DJEDJIGA

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail qui est la récolte de tant d'efforts et de recherche à :

- *Mes chers parents, les personnes les plus importantes de ma vie, que j'aime et à qui je souhaite une longue et heureuse vie.*
- *Ma chère sœur NAWEL, et mon cher frère YUCEF.*
- *Ma grand-mère ZAIA, à qui je souhaite une longue vie.*
- *Mes tantes FATMA, ZAHIA, GHANIA, ET SAMIA.*
- *Mon oncle AZIZ.*
- *Mon oncle MOUHEND, sa femme CHAFIA et leurs deux petites anges AYA et MYRIAM que j'aime beaucoup.*

KARIMA

Liste des figures et les schémas

Figure 01 : Répartition de l'eau de la planète.....	06
Figure 02 : Cycle naturel de l'eau.....	08
Figure 03 : Photo de la conduite souterraine.	35
Figure 04 : Photo de la vanne.	36
Figure 05 : Photo des injecteurs.	36
Figure 06 : Photo de mélangeur.	37
Figure 07 : Photo des décanteurs lamellaires.	37
Figure 08 : Photo du bassin de réception de l'eau clarifiée.....	38
Figure 09 : Photo du collecteur.	38
Figure 10 : Deuxième injection de l'hypochlorite de sodium.	39
Figure 11 : Distribution de l'eau potable de la station monobloc Taksebt vers la station BENI-AISSI.....	40
Figure 12 : Variations mensuelles de la couleur des eaux.	47
Figure 13 : Variations mensuelles de la turbidité des eaux.....	47
Figure 14 : Variations mensuelles du PH des eaux.	48
Figure 15 : Variations mensuelles de la conductivité des eaux.....	49
Figure 16 : Variations mensuelles de la température des eaux.	50
Figure 17 : Variations mensuelles de l'ammonium dans les eaux.	50
Figure 18 : Variations mensuelles des nitrites dans les eaux.	51
Figure 19 : Variations mensuelles des nitrates dans les eaux.	52
Figure 20 : Variations mensuelles du phosphore dans les eaux.	52
Figure 21 : Variations mensuelles du calcium dans les eaux.....	53
Figure 22 : Variations mensuelles du magnésium dans les eaux..	54
Figure 23 : Variations mensuelles du sodium dans les eaux.....	54
Figure 24 : Variations mensuelles du potassium dans les eaux.	55
Figure 25 : Variations mensuelles des chlorures dans les eaux.	56
Figure 26 : Variations mensuelles des sulfates dans les eaux.	56

Figure 27 : Variations mensuelles de la dureté totale dans eaux.54

Figure 28 : Variations mensuelles du fer dans les eaux.....54

Liste des tableaux

Tableau 01 : Les normes de potabilités des paramètres physico-chimiques.

Tableau 02 : Les maladies à transmission hydrique.

Tableau 03 : Les normes Algériennes de potabilité.

Tableau 04 : Les analyses microbiologiques.

Liste des abréviations

ADE : Algérienne des eaux.

AEP : Alimentation en eau potable.

ASR : Anaérobie sulfite-réducteurs.

CE : Conductivité électrique

CTE : Centre d'enfouissement technique.

DBO : Demande biologique en oxygène.

DCO : Demande chimique en oxygène.

DPD N1 : Dichloro -phenylene diamine.

E. COLI : Escherichia coli.

E DTA : Ethylène diamine-tétra acétique.

MES : Matière en suspension.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

TA : Titre d'alcalinité.

TAC : Titre d'alcalinité complet.

TH : Titre hydrométrique.

TTC : Chlorure de triphényl -2, 3,5-tétrazolium

TSA : Gélose tryptonée au soja

TGEA : Milieu de Tryptophane-Glucose-Extrait de levure-Agar

UV : Ultra violet.

UFC : Unité formant colonie.

UNESCO : organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture

Sommaire

Introduction générale	2
Chapitre 1 : Généralité sur les eaux naturelles	4
1. Généralité	5
1 -1. Définition	5
1- 2. Le rôle de l'eau	5
1-3. Les ressources en eau dans le monde.....	6
1-4. Les ressources hydrique en Algérie.....	7
1-5. Le cycle naturel de l'eau	7
1-6. Les principales ressources hydrique naturelles	10
1-6-1. Eaux atmosphériques	10
1-6-2. Eaux de surfaces	10
1-6-3.Eaux souterraines	10
1-6-4.Eaux de mer	11
2. Pollution de l'eau	11
2-1. Définition	11
2-2. Type de pollution	11
2-2-1.La pollution domestique	11
2-2-2.La pollution industrielle	11
2-2-3.La pollution agricole	12
Conclusion	12
Chapitre 2 : les paramètres de qualité d'une eau de consommation	13
Introduction	14
3. L'eau potable	14
3-1. Définition	14
3-2. Les paramètres de qualité d'une eau de consommation	15

3-2-1. Les paramètres organoleptiques	16
3-2-1-1.La couleur	16
3-2-1-1.Odeur et saveur	16
3-2-2. Les paramètres physico-chimiques	17
3-2-2-1.La température	17
3-2-2-2.Le potentiel d'hydrogène (pH)	17
3-2-2-3.La conductivité électrique (CE)	17
3-2-2-4.L'oxygène dissous (O ₂)	18
3-2-2-5.Matière en suspension (MES)	18
3-2-2-6.La turbidité	18
3-2-2-7.La salinité	19
3-2-3. Les paramètres de pollution	19
3-2-3-1.Ammonium (NH ₄ ⁺)	19
3-2-3-2.Nitrites (NO ₂ ⁻)	20
3-2-3-3.Nitrates (NO ₃ ⁻)	20
3-2-3-4.Phosphore (PO ₃ ⁴⁻)	20
3-2-3-5.Matières organiques	21
3-2-3-6.Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	21
3-2-3-7.Demande chimique en oxygène (DCO)	22
3-2-4. Minéralisation globale	22
3-2-4-1.Calcium (Ca ²⁺)	22
3-2-4-2.Le magnésium (Mg ²⁺)	23
3-2-4-3.Sodium (Na ²⁺)	23
3-2-4-4.Potassium (K ⁺).....	23
3-2-4-5.Chlorures (Cl ⁻)	23
3-2-4-6.Les Sulfates (So ₄ ²⁻)	24
3-2-4-7.Alcalinité	24

3-2-4-8.Dureté	24
3-2-5. Les paramètres indésirables	25
3-2-5-1.Aluminium (Al^{3+})	25
3-2-5-2.Fer (Fe)	25
3-2-6. Les paramètres de toxicité.	25
3-2-6-1.Arsenic	26
3-2-6-2.Cadmium	26
3-2-6-3.Pesticides	26
3-2-6-4.Plomb	27
3-2-7. Les paramètres bactériologiques	27
3-2-7-1.Les germes aérobies revivifiables	27
3-2-7-2.Les coliformes	28
3-2-7-3.Streptocoques fécaux	28
3-2-7-4.Clostridium sulfito-réducteurs	29
3-3. Les risques sanitaires liés à une consommation d'eau de mauvaise qualité...29	
3-3-1. Les différents types de maladies liées à l'eau	29
4. Traitement des eaux de surface	31
4-1. Clarification	31
4-1-1.Dégrillage et tamisage	31
4-1-2.Dégraissage et déshuilage	31
4-1-3.Pré chloration	31
4-1-4. La filtration	31
4-1-5.Floculation / coagulation et décantation	32
4-2. Désinfection	32
4-2-1.Physique	32
4-2-2.Chimique	32
Conclusion.....	33

Chapitre 3 : Partie expérimentale	34
Introduction	35
5. Etude expérimentale	35
5-1. Présentation de la station monobloc Taksebt	36
5-2. Prélèvement des échantillons	41
5-3. Matériel et méthodes	41
5-3-1. Analyses physico-chimiques	42
5-3-1-1.Mesure de la température	42
5-3-1-2.Mesure de la conductivité	42
5-3-1-3.Mesure du pH	42
5-3-1-4.Mesure de la turbidité	42
5-3-2. Analyse des paramètres de pollution	42
5-3-2-1.Dosage de l'Ammonium	42
5-3-2-2.Dosage des Nitrites	43
5-3-2-3.Dosage des Nitrates	43
5-3-2-4.Dosage du Phosphore	43
5-3-3. Détermination de la minéralisation globale	43
5-3-3-1.Dosage du Calcium	43
5-3-3-2.Dosage de la dureté totale	43
5-3-3-3.Dosage volumétrique des chlorures	43
5-3-3-4.Dosage des Sulfates	44
5-3-3-5.Dosage de TA et TAC	44
5-3-4. Détermination des éléments indésirables	44
5-3-4-1.Dosage du Fer	44
5-3-5. Méthode d'analyses bactériologique	44
5-3-5-1.Recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables à 22 et 37°C	44
5-3-5-2.Recherche et dénombrement des Coliformes	44

5-3-5-3. Recherche et dénombrement des entérocoques du groupe D	45
5-3-5-4. Recherche et dénombrement des ASR	45
5-4. Résultats et discussions	45
5-4-1. Les paramètres organoleptiques.....	46
5-4-1-1. La couleur	46
5-4-1-2. Turbidité	47
5-4-2. Les paramètres physico-chimiques	48
5-4-2-1. pH	48
5-4-2-2. Conductivité	48
5-4-2-3. Température	49
5-4-3. Paramètres de pollution	50
5-4-3-1. Ammonium	50
5-4-3-2. Nitrite	51
5-4-3-3. Nitrate	52
5-4-3-4. Phosphore	52
5-4-4. La minéralisation globale	53
5-4-4-1. Calcium	53
5-4-4-2. Magnésium	53
5-4-4-3. Sodium	54
5-4-4-4. Potassium	55
5-4-4-5. Chlorure	55
5-4-4-6. Sulfate	56
5-4-4-7. Dureté totale	57
5-4-5. Les éléments indésirables	57
5-4-5-1. Le fer	57
5-4-6. Paramètres bactériologiques	58
Conclusion générale	60

L'eau est une ressource vitale nécessaire au fonctionnement biologique des êtres vivants, un élément de stabilité sociale, sanitaire et économique quand elle est bien gérée. Mais elle peut devenir un élément d'insécurité et d'instabilité si cette ressource tend à se raréfier si sa qualité tend se détériorer (Metahri, 2016).

La terre est la seule planète du système solaire dotée d'eau à l'état liquide 1,4 milliards de Km³. Elle couvre 71,1% de sa surface, soit plus de 2/3 du globe. De ce volume seul 3% est de l'eau douce, la majeure partie de l'eau de la planète est salée 97% et est contenue dans les différentes mers et océans (Badot et al, 2007).

Bien que l'eau soit la substance la plus présente sur la Terre, l'eau douce est présente en très faible proportion et la plus grande partie de cette fraction est inaccessible et est stockée sous forme solide dans les glaciers. En effet seulement 1% de l'eau douce est disponible au fonctionnement biologique de la vie sur terre. Ce 1% contredit alors l'idée que l'eau est une ressource inépuisable mais plutôt une denrée très rare.

L'eau est inégalement réparti dans le monde, en effet toutes les régions du monde ne disposent pas du même volume d'eau. Certaines ressources comme des lacs, fleuves et gisements profonds peuvent être difficiles à récupérer et à utiliser. Il existe donc une inégalité d'accès entre les populations pour l'eau ; quelques pays possèdent une grande majorité des ressources en eau ; pays excédentaires et des pays en manque comme les pays d'Afrique.

Sur la carte des disponibilités mondiale on constate que :

- les pays du nord dont l'Amérique du nord et l'Europe ont un accès très facile à l'eau.
- Les pays du sud dont l'Afrique et l'Asie ont un accès très difficile à l'eau (Assouline, 2007).

Selon (Kettab, 2001) les disponibilités en eau en Algérie sont estimées à 17 milliards par an, 12 milliards de m³ dans les régions nord. Les ressources souterraines sont estimées à 2 milliards de m³, les ressources superficielles à 10 milliards de m³, 5 milliards de m³ dans le sud ; sachant que toutes les ressources souterraines du nord sont mobilisées en plus de 70% des ressources superficielles. Au vu de ces données, on est à 75% des capacités de mobilisation au nord. Pour augmenter les ressources notamment pour l'AEP, on fait recours aux eaux de retenues collinaires destinées initialement à l'agriculture afin de faire face au déficit et de répondre aux besoins sans cesse croissant des consommateurs. Ces eaux sont

exposées aux différents types de pollution, donc s'approchent de leurs limites qualitatives et quantitatives, raison pour la quelle elles ne sont pas directement utilisables mais nécessitent des traitements de potabilisation adéquats afin de garantir l'agrément et la santé du consommateur.

En Algérie, la disponibilité de l'eau ainsi que sa qualité sont devenus ces dernières années un sujet de préoccupation publique. Ce constat nous a conduits à faire une étude analytique sur la qualité des eaux brutes et traitées du barrage de Taksebt, qui constitue une part essentielle du patrimoine naturel en ressources hydriques locale. Notons que les eaux de cette station contribuent à l'alimentation en eau potable et industrielle de plusieurs Wilaya.

L'objet de notre travail consiste à évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau brute et traitée de la station monobloc Taksebt, à fin de diagnostiquer la fiabilité des différentes étapes du traitement et suggérer si nécessaire des recommandations.

Notre étude est subdivisée en quatre chapitres :

Le premier chapitre : Généralités sur les eaux naturelles.

Le deuxième chapitre : Les paramètres de qualité d'une eau de consommation.

Le troisième chapitre : Partie expérimentale du travail.

Enfin, nous terminons par une conclusion générale.

1-1 Définition

L'eau en latin aqua, qui est à l'origine du mot aquatique et en grec hydros, qui a donné les mots hydrique et hydrologie. C'est un liquide incolore, inodore et sans saveur.

L'homme n'a cessé de s'interroger sur la nature de l'eau et ce n'est que tardivement que la composition de l'eau fut découverte. Cavendish réussit à démontrer en 1766 que l'eau était formée d'hydrogène puis Joseph Priestley découvre en 1774 l'oxygène. En 1785, Antoine Lavoisier fait franchir un pas crucial à la chimie en réussissant la synthèse de l'eau à partir d'hydrogène et d'oxygène. Plus tard, des expériences menées avec Berthollet et Meusnier confirment cette conclusion. Donc à l'état pur, l'eau est formé de deux atomes d'hydrogène (H) reliés à un à un atome d'oxygène (O), de formule chimique H₂O.

L'eau est essentielle à la vie pour tous les organismes vivants connus. D'un point de vue chimique, l'eau dissout la majorité des corps solides et facilite ainsi les réactions chimiques. C'est aussi l'un des rares éléments chimiques pouvant exister sous trois états : solide, liquide et gazeux (Anonyme1, 2003).

1-2 le rôle de l'eau :

Indispensable à la régulation du climat, au développement de la vie sur terre, au maintien des écosystèmes, aux populations, au développement de l'agriculture, de l'industrie comme à la production d'énergie, l'eau est un élément vital.

En effet, l'eau est le constituant essentiel de notre corps. La quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65%, ce qui correspond à environ 45 litres d'eau pour une personne de 70 Kg. La teneur en eau des différents organes dépend de leurs composition, et varie de 95% dans le sang à seulement 10% dans les tissus adipeux.

Dans la nature, l'eau est un élément qui sculpte les paysages. Elle fait éclater la roche, érode les sols, creuse les vallées et contribue à rendre les terres fertiles. Excellent solvant, l'eau est capable de dissoudre un grand nombre de composés solides et est donc qualifié de solvant universel. C'est pour cela qu'elle est employée par de multiples industries pour laver, rincer, tremper, dissoudre. L'eau est également une source d'énergie mécanique. Des centrales hydroélectriques permettent de produire de l'énergie électrique renouvelable issue de la conversion de l'énergie hydraulique en électricité. L'eau d'un cours d'eau fait tourner une turbine reliée à un générateur produisant de l'électricité.

1-3 les ressources en eau dans le monde :

Les données publiées par l'UNESCO en 2008, nous renseignent sur les différentes proportions des volumes totaux en eaux sur notre planète et qui sont estimés à quelques 1386000 000 Km³ (Anctil, 2008).

La totalité de l'eau présente sur la terre forme ce que l'on appelle l'hydrosphère. L'eau est présente partout autour de nous sous des formes très variées :

- les océans et les mers ;
- les fleuves et les rivières qui s'enrichissent des eaux de pluie venant ruisseler sur la terre ;
- les lacs et les plans d'eau ;
- les glaciers et la neige ;
- les zones humides comme les marécages ;
- les eaux souterraines qui sont alimentées par les infiltrations d'eau de pluie et d'eau des rivières ;
- la vapeur d'eau présente en permanence dans l'atmosphère.

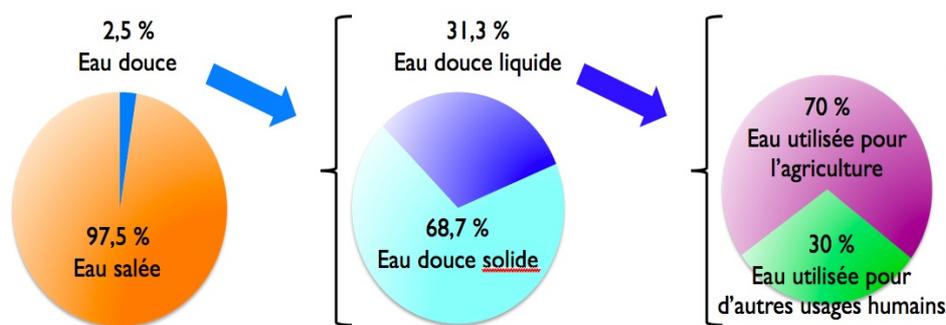


Figure 1 : répartition de l'eau de la planète (Pouhaut et Rapinel, 2010).

La forme liquide est la forme de l'eau la plus répandue sur terre, notamment dans les mers et océans (eau salée). Seul 31,1% de l'eau douce est liquide, essentiellement dans des eaux souterraines plus ou moins profondes et dans les eaux de surface, c'est-à-dire les lacs, fleuves et rivières.

La part de l'eau douce est de 67,8 %, stockées sous forme de glaciers ou sous forme de neige, et très difficilement accessibles à l'homme.

L'eau salée des mers et océans représente 97,5% du volume d'eau total. Il s'agit d'eau salée impropre à la consommation humaine car elle contient en moyenne 3,5 grammes de sel par litre. De même, elle ne peut pas être utilisée pour abreuver les animaux ou pour arroser les champs.

L'eau douce représente donc 2,5% du volume d'eau total.

1-4 les ressources hydriques en Algérie

L'Algérie comme tous les pays hydro-sensibles souffre ces dernières années d'un stress hydrique chronique sans précédent. Les aléas climatiques persistants, doublés d'une forte croissance de la population dans les grands centres urbains ont largement contribué à l'actuelle carence de ressources mobilisables pour les besoins élémentaires du pays. Les politiques publiques de ces dernières années ne cessent de rattraper les déficits, qu'ils s'agissent des retards enregistrés dans les programmes de constructions des infrastructures de mobilisation de réseaux de distributions ou des canalisations d'assainissement et de station d'épuration (Metahri, 2002).

L'Algérie est un pays semi-aride, voire même aride dont la pluviométrie moyenne annuelle varie de 200 à 800mm au Nord avec une moyenne nationale de un (01) mm, les ressources en eau sont insuffisantes, irrégulières et localisées dans la bande côtière, l'apport total des précipitations serait de l'ordre 100 milliards de m³ d'eau par an dont 12 milliards de m³ en écoulement superficiels, et seuls 6 milliards de m³ sont mobilisables en tenant compte des sites favorables techniquement (Kettab, 2001).

Les eaux souterraines sont évaluées à 2 milliards de m³ dans le Nord de l'Algérie. Les potentialités du Sud sont estimées à 5 milliards de m³. Ces dernières sont difficilement exploitables et non renouvelables ; dont 4 milliards de m³ sont exploitables annuellement (Kettab, 2001).

1-5 Le cycle naturel de l'eau

Toute l'eau de la terre appartient à un même circuit, perpétuellement régénéré. C'est la même eau qui en permanence passe dans les océans et de la surface du sol à l'atmosphère par évaporation, tombe sur le sol sous forme de précipitation et retourne à la mer par les cours d'eau et les eaux souterraines. Cette circulation incessante s'appelle « cycle hydrologique ».

Le moteur de ce cycle est le soleil, ou plus exactement l'énergie solaire qu'il dégage. En effet, si cette dernière qui entraîne les changements d'états de l'eau : la formation et la fonte des glaces, ou encore l'évaporation de l'eau et son élévation dans l'atmosphère.

Tout au long de son cycle, l'eau se transforme et adopte trois états différents :

- L'état liquide, lorsqu'elle s'écoule via les cours d'eau jusqu'à la mer ;
- L'état gazeux, lorsque sous l'effet de la chaleur du soleil, elle s'évapore pour former les nuages.
- L'état solide, que l'on peut observer quand, sous l'effet du froid, l'eau se transforme en neige ou en glace.

L'eau est donc constamment en mouvement, transportée d'une masse d'eau à une autre au fil d'un cycle en plusieurs étapes : l'évaporation, la condensation, les précipitations, le ruissellement et l'infiltration. Ce cycle de l'eau est crucial pour l'équilibre de la vie sur terre.

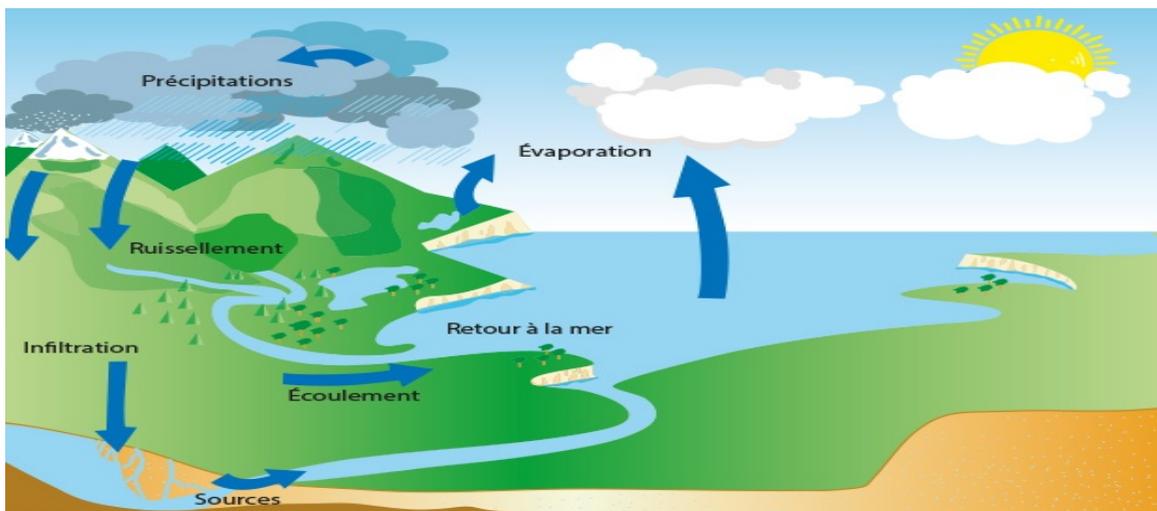


Figure 2 : Cycle naturel de l'eau (Anonyme 2, 2007).

- L'évaporation

L'évaporation est le passage de l'eau de l'état liquide vers l'état gazeux. Sous l'effet de la chaleur de soleil, l'eau des océans et l'eau des surface (fleuves, lacs, rivières ...) s'évaporent et passe à la phase gazeuse pour se mêler au gaz de l'atmosphère. On estime à 1000Km^3 l'eau des océans qui, chaque jour, s'évapore.

Les feuilles des plantes dégagent aussi de la vapeur d'eau par le phénomène de la transpiration. Une plante en croissance transpire ainsi chaque jour de 5 à 10 fois la quantité d'eau qu'elle peut contenir.

- La condensation

La vapeur d'eau, en se refroidissant au contact des couches d'air rendu plus froide par les vents, se transforme en très fines gouttelettes : c'est la condensation. Elle est à l'origine de la formation des nuages.

- Les précipitations

Les précipitations surviennent lorsque l'eau présente dans les nuages retourne au sol. En effet, lorsque les gouttelettes d'eau contenues dans les nuages deviennent trop lourdes, elles retombent sur terre sous forme de précipitation. Selon la température, ces précipitations tombent sous forme liquide (pluies, bruine) ou sous forme solide (neige, grêle). La neige peut s'accumuler et former des calottes polaires et des glaciers.

- Le ruissellement

Le ruissellement désigne l'écoulement des précipitations sur le sol, sans qu'il ne se produise d'infiltration. L'eau peut ruisseler en surface, une partie de cette eau se stockant dans des réservoirs d'eau douce (lacs, etc...), l'autre partie retournant directement à la mer. La neige fondue apporte également de l'eau douce dans les lacs et les rivières.

- L'infiltration

L'infiltration se produit lorsque l'eau pénètre dans le sol. Une partie des précipitations et de l'eau provenant de la fonte des neiges peut s'infiltrer dans les fissures, les joints et les pores du sol et de la roche pour arriver dans les nappes souterraines, appelé aussi nappe phréatiques. L'eau contenue dans ce réservoir trouve parfois un chemin naturel vers l'extérieur par des fissures dans le sol : se sont les sources. Les nappes phréatiques alimentent traditionnellement les puits et les sources en eau potable.

Le cycle de l'eau est ainsi comme une boucle qui tourne en continu et que l'homme a intercepté pour ses usages domestiques, sanitaires et économiques.

1-6 Les principales ressources hydriques naturelles :

On retrouve quatre sources principales d'eau brutes : les eaux de pluies, les eaux de surface, les eaux souterraines et les eaux de mers. Les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction de l'eau et du milieu environnant. (Dejardins, 1997)

1-6-1 Eaux atmosphériques

Les eaux de pluies sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine. Elles sont saturées d'oxygène (9,15mg/l) et d'azote (16,3mg/l) et ne contiennent aucun sel dissous, comme les sels de magnésium et de calcium ; elles sont donc très douces. (Dejardins, 1997).

1-6-2 Eaux de surfaces

Leur volume total est très faible. Elles sont présentes dans les cours d'eau en trois catégories : eaux de rivière (partie amont), eaux de rivière (partie aval) et eaux de lac. Elles sont très vulnérables à la pollution car elles reçoivent directement les eaux de ruissellement, c'est à dire les eaux de pluie ruisselant sur le sol. (Dejardins, 1997).

La composition chimique des eaux de surfaces dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains. Par échange à la surface eau-atmosphère, l'eau va se charger en gaz dissous (oxygène, azote, dioxyde de carbone).

1-6-3 Eaux souterraines

Les eaux souterraines résultent de l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles se ruissellent vers les nappes. Il existe plusieurs types dont la nappe libre est directement alimentée par les eaux de ruissellement. Elle est très sensible à la pollution (Degremont, 1978).

Les eaux souterraines alimentent un grand nombre de petites municipalités. Elles ont des caractères très diversifiés. Elles sont généralement limpides, incolores, peu minéralisées et ne contiennent pas de microorganismes dangereux. Elles sont potables variables, selon la nature du sol, et la profondeur du puits (Degremont, 1978).

1-6-4 Eaux de mer

La mer représente 70% de la surface du globe dit terrestre. Son volume est de 1300 millions de km³ (GAUJOUS, 1995). Les eaux de mers sont une source d'eau brute qu'on utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Elles sont caractérisées par leurs concentration en sels dissous appelées leur salinité. La salinité de la plus part des eaux de mer est de 33 000 à 37 000mg/l (Dejardins, 1997 ; Metahri, 2002).

2-POLLUTION DE L'EAU**2-1 Définition**

La pollution est une modification défavorable d'un milieu naturel qui apparaît de l'action humaine, sur l'environnement. Elle perturbe les conditions de vie et l'équilibre du milieu aquatique et compromet les utilisations de l'eau (Chocat, 1997)

Selon l'article 98 de la loi N° 96-13 du 15 juin 1996 portant code des eaux , la pollution s'étend comme une modification nocive des propriétés physiques, chimiques et biologiques des eaux produites directement ou indirectement par les activités humaines les rendant impropres à l'utilisation normale établie . (Metahri, 2002).

2-2 Type de pollution***2-2-1 Pollution domestique***

Provient des utilisations quotidiennes de l'eau à la maison, elles sont essentiellement chargée de pollution organique. Elles se divisent en :

- Eaux ménagères qui ont pour origine : les salles de bains et les cuisines, généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques,...
- Eaux de vannes, il s'agit de rejets de toilettes, chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

2-2-2 Pollution industrielle

Ses caractéristiques varient selon l'industrie. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent contenir :

- Des graisses (industries agroalimentaire).
- Des hydrocarbures (raffineries).
- Des métaux (traitement de surfaces, métallurgie, hydrométallurgie,...).
- Des acides, des bases et des produits chimiques divers (industries chimiques, tannerie,...)

2-2-3 Pollution agricole

L'agriculture est une source de pollution des eaux, elle apporte les engrais et les pesticides.

- La concentration des élevages donne un excédent de déjections animales ; celles-ci s'évacuent dans les cours d'eau et les nappes souterraines ; elles constituent une source de pollution bactériologique.
- Les engrais chimiques (nitrates et phosphates) altèrent la qualité des nappes souterraines qu'ils atteignent par infiltration des eaux.
- Les herbicides, insecticides et autres produits phytosanitaires s'accumulent dans les sols et les nappes phréatiques.

CONCLUSION

Si les réserves conventionnelles d'eau douce exploitables sont déjà limitées de part leur qualité et leurs quantités, il faut également considérer qu'un certain nombre de facteurs accroissent leur sensibilité ; Réduisant ainsi les volumes disponibles nécessaires aux différents usages à savoir la consommation, l'agriculture et l'industrie.

La prise de conscience de la valeur et de la fragilité de l'eau, nous impose une attitude responsable afin d'assurer sa pérennité dans le temps et dans l'espace. La modernité vers laquelle nous évoluons, pour rester un facteur positif, doit intégrer dans son développement la protection et le renouvellement de la ressource. Il est sûrement difficile de se soumettre à des contraintes dans le monde de facilité dans lequel nous vivons, mais nous ne pouvons nous permettre de vivre d'une manière égoïste. Le geste quotidien doit refléter l'importance donnée à l'économie de l'eau.

INTRODUCTION

Le problème de la pollution des ressources hydriques, représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la situation globale de l'environnement. En effet, à la différence des divers phénomènes de pollution qui ne constituent qu'une menace potentielle susceptible d'affecter à l'avenir les activités humaines, la crise de l'eau sévit déjà depuis longtemps et avec une acuité accrue, affectant aussi bien les pays industrialisés que ceux du tiers monde (Ramade, 1998). Par ailleurs l'eau mise à la disposition du consommateur dans le réseau de distribution, doit être traitée quelque soit son usage. L'eau arrivant au robinet doit être propre et normalisée, c'est à dire que l'ensemble des paramètres de qualité cités ci-dessous doivent être conforme à ceux définis réglementation en vigueur, appelée normes de potabilité. Les pays du monde n'appliquent pas souvent les mêmes normes et cela en fonction de la disponibilité de la ressource.

3 L'eau potable**3-1 Définition**

L'eau potable n'a pas seulement une définition, elle évolue en fonction du progrès scientifique, ainsi que de l'organisme qui en donne la définition (Metahri, 2016).

Le code algérien des eaux, du 16 juillet 1983 stipule dans son article 57 chapitre 1 qu'une eau est potable lorsqu'elle n'est susceptible de porter atteinte à la santé de ceux qui la consomment. Elle ne doit contenir en quantité nuisible ni substances chimiques ni germes pathogènes à la santé. Elle doit être indolore, incolore et agréable à boire.

Selon le décret n° 2003-461 du 21 mai 2003 relatif à certaines dispositions réglementaires du code de la santé publique, remplaçant et abrogeant les décrets 2001-1220 et 89-03, qui transpose en droit français la directive européenne n°98-83 du 3 novembre 1998 s'appuyant sur les recommandations de l'OMS relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine doivent :

-Ne pas contenir un nombre ou une concentration de micro-organismes, de parasites ou de toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ;

-Être conforme aux limites de qualité définies par les normes.

Le tableau suivant regroupe les normes physico-chimiques Algériennes (1993) et celle de l'OMS (1986) pour la potabilité des eaux.

Tableau 01 : les normes de potabilité des paramètres physico-chimiques.

Paramètre	Unité	OMS (1986)		Algérienne (1993)	
		Niveau guide	Concentration maximale admissible	Niveau guide	Concentration maximale admissible
Température	C°	12	25	-	
pH	Unité ph	6,5<ph<8,5	9,5	-	30
Conductivité	Us /L	400	1250	-	5,5-8,5
Chlorures	Mg/L	25	200	200	2000
Sulfates	Mg/L	25	250		500
Calcium	Mg/L	100	-	75	200
Magnésium	Mg/L	30	50	-	150
Sodium	Mg/L	20	200	-	
Potassium	Mg/L	10	12	-	
Ammonium	Mg/L	0,05	0,5	0,05	0,5
Nitrites	Mg/L	0,01	0,1	-	0,1
Nitrates	Mg/L	25	50	-	50
Fer	Mg/L	0,05	0,2	-	0,3
Dureté	D° F				
	M/g	25	-	20	50
	Caco3	350	-	200	500

3-2 Les paramètres de qualité d'une eau de consommation

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

3-2-1 Les paramètres organoleptiques

Les paramètres organoleptiques sont ceux que le consommateur perçoit immédiatement avec les sens naturels : la couleur, l'odeur ou la saveur.

3-2-1-1 La couleur :

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

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes, c'est-à-dire passant à travers un filtre de porosité égale à 0,45 micromètre. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration.

Les couleurs réelle et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (Rodier, 2009).

3-2-1-2 Odeur et saveur

Une eau destinée à l'alimentation doit être indolore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition (Rodier, 2009).

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

- Les sels minéraux contenus dans les eaux brutes, peuvent être, en fonction de leur concentration, responsables du goût ;
- L'activité biologique dans les eaux brutes (algues) est responsable de l'apparition des goûts et odeurs désagréables (descripteurs fréquents : moisi, vase, terre, poisson, herbes) ;
- L'activité bactériologique peut également être responsable de la production des goûts et des odeurs (exemples : les bactéries sulfito-réductrices donnant de l'hydrogène sulfuré ayant une odeur d'œuf pourri) ;
- Certaines molécules reléguées par la canalisation, les revêtements des réservoirs ou celles qui ont diffusé au travers des canalisations synthétiques telles que les hydrocarbures ou les

solvants, peuvent être, pour certaines d'entre elles, très odorantes et donnent donc du « gout » aux eaux (Duguet et al, 2006).

3-2-2 Les paramètres physico-chimiques

La physico-chimie des eaux constitue un facteur de première d'importance pour la structuration des communautés vivantes aquatiques. Les propriétés physico-chimiques de l'eau doivent être conformes aux normes pour assurer certaines fonctions naturelles (potentialités biologiques) et usages humains (eau potable, irrigation...) (Dupieux, 2004).

3-2-2-1 La température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH (Rodier et al, 2005). Elle accélère les réactions chimiques et biologiques, tendant à diminuer l'oxygène (Dupieux, 2004). C'est un facteur indispensable pour le métabolisme végétal et animal. Elévation de la température influence favorablement le développement des algues (Dussart, 1966 ; Capblancq, 1982 et Plouidy, 1983).

3-2-2-2 Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est par définition, une mesure de l'activité des ions H^+ contenus dans une solution aqueuse. Il représente également l'acidité ou l'alcalinité d'une eau : à Ph7 une eau est dite neutre, à un pH inférieur à 7 une eau est dite acide et à un pH supérieur à 7, elle est dite basique. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés, il varie habituellement entre 7,2 et 7,6 (Rodier et al, 2005). Dans certaines eaux superficielles (lac, rivière, plans d'eau), le pH s'élève brutalement en été indiquant une forte production végétale. Dans la plupart des eaux brutes le pH oscille entre 6,5 et 8,5 (Potelon et al, 1998).

3-2-2-3 La conductivité électrique (CE)

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

Pour les eaux, l'unité employée est le micro siemens par centimètre : $1S/cm = 10^6 \text{micro S/cm}$.

La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau, sa valeur est comprise entre 50 et 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour les eaux naturelles (Merabet, 2010).

3-2-2-4 L'oxygène dissous (O_2)

Toutes les eaux naturelles contiennent des gaz dissous, surtout de l'oxygène (Lefevre, 1993), dont la solubilité varie en fonction de la température et de la pression (Bliefert et Perraud, 2001). L'apport d'oxygène peut être assuré par les grandes surfaces d'échange gazeux par apport à une relative faible profondeur et le brassage de l'eau naturel avec le vent (Belaud, 1996 ; Schlumberger, 2002). Plus les eaux sont superficielles, plus elles sont chargées en oxygène. Les teneurs maximales atteintes dépassent rarement 10mg/l (Potelon et al, 1998).

Les milieux lotiques à l'état naturel sont des milieux généralement bien oxygénés (Hubert, 1998), car le mélange air-eau est favorisé par le courant et ses turbulences qui permettent une augmentation de la teneur en oxygène dissous (Thomas, 2006).

Selon Bobin et al (1963) ; la faune des eaux courantes se compose surtout d'espèces ayant de grands besoins en oxygène. la respiration de la biomasse de ces espèces notamment bactérienne, consommera d'autant plus d'oxygène qu'il y'a de matière organique d'algues, produira de l'oxygène dès que l'éclairement est suffisant (Bontoux, 1983).

3-2-2-5 Matières en suspension (MES)

La matière en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont en fonction de la nature des terrains traversés, de saison de la pluviométrie, de régime d'écoulement des eaux, de la nature des rejets, etc. (Rodier, 1984).

Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par conséquent, la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspensions peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...) (Merabet, 2010).

3-2-2-6 La turbidité

La turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide et elle est due à des particules en suspension dans l'eau qui diffuse la lumière. Leur origine peut être extrêmement variable :

érosion des roches, entraînement des matières minérales ou organiques du sol, déversement d'eaux usées domestiques ou industrielles riches en matières en suspension grossières (Rodier, 2005).

3-2-2-7 La salinité

La salinité est une propriété de l'eau de mer qui est fondamentale à l'étude du milieu marin (Aminot. A et Chaussepied. M, 1983).

Elle correspond à la masse des sels contenue dans un kg de l'eau de mer. On l'évalue maintenant la conductivité et on l'exprime en UPS : unité pratique de salinité, qui équivaut approximativement à 1mg/g de sel. La salinité de l'eau de mer est en moyenne de 35 UPS, soit 35g/kg, celle des eaux saumâtres est de 5 à 18 UPS et celle des eaux douces est inférieure de 0,5 UPS (Chauvallier.H, 2007).

3-2-3 Les paramètres de pollutions

3-2-3-1 Ammonium (NH_4^+)

L'ammonium constitue le produit de la réduction finale des substances organiques azotées et de matière inorganique dans les eaux et les sols. Il provient également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets, sans négliger les apports d'origine domestique, industrielle et agricole.

Cet élément existe en faible proportion inférieure à 0,1mg/l d'azote ammoniacal dans les eaux de consommation. Dans les eaux superficielles, il provient de la matière organique azotée, et des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère (Chapman et al, 1996). Il constitue ainsi un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par les effluents urbains.

Même si l'ammonium existe en faible concentration, il peut provoquer plusieurs problèmes tels que :

- La corrosion de conduites et la reviviscence bactérienne à l'intérieur de celles-ci ;
- La diminution de l'efficacité du traitement au chlore et le développement des microorganismes responsables des saveurs et d'odeurs désagréables.

3-2-3-2 Nitrites (NO_2^-)

Selon Potelon et al (1998) ; les nitrites sont répandus dans les eaux mais en quantités relativement faibles, qui ne dépassent pas 1mg/l.

Il est toute fois important de signaler que les eaux en contact avec certains terrains peuvent contenir de nitrites, qui, se retrouvent parfois dans les eaux pauvres en oxygène. Leur présence a également été signalée dans les eaux de pluie et dans celles provenant de la fonte de neige. En effet, la pollution atmosphérique favorise l'augmentation des teneurs en nitrites. Ils résultent :

-Soit de l'oxydation partielle de l'azote ammoniacal sous l'action des bactéries nitreuses du type Nitrosomonas.

-Soit de la réduction des nitrates par les bactéries dé nitrifiantes (Henry et Beaudry, 1992).

3-2-3-3 Nitrate (NO_3^-)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique. Les eaux de surfaces ne contiennent pas plus de 10mg/l de nitrates (Potelon et al, 1998).

Les nitrates dans les rivières ont deux origines principales :

-Les apports par les nappes souterraines, sont pour l'essentiel d'origine agricole.

-La deuxième source de nitrates est les rejets d'eaux usées urbaines.

L'apport de nitrates peut, aussi résulter du lessivage par la pluie, des nitrates agricoles particulièrement en hiver et à la suite d'orages important peu après les épandages d'engrais (Miquel et al, 2003).

Des taux importants de nitrates sont responsables de l'eutrophisation et de prolifération végétales appelées « bloom » ou « efflorescence algales » (Dupiex, 2004).

3-2-3-4 Phosphore (PO_3^{4-})

Le phosphore existe sous forme minérale ou ions phosphates (PO_3^{4-}) contenus dans les eaux de surface peuvent être d'origine naturelle (produit de la décomposition de la matière organique, ou lessivage des minéraux). Des teneurs supérieures à 0,5mg/l doivent constituer un indice de pollution (Rodier et al, 2005).

Le phosphore est dit « facteur limitant » ; c'est également un facteur de maîtrise puisque c'est en agissant sur lui qu'il est possible d'augmenter ou de réduire les proliférations algales (Barroin, 2003).

3-2-3-5 Matières organiques

Les matières organiques dissoutes dans l'eau proviennent souvent de l'attaque et de la décomposition par les bactéries ou des champignons inférieurs, des cadavres d'animaux et de végétaux. Mais elles peuvent également provenir du métabolisme des êtres vivants supérieurs : excréments des plantes et déjections des animaux (Lefevre, 1993).

Selon Frontier et Pichod-Viale (1993), les molécules organiques dissoutes ont une valeur alimentaire directe sur les planctons.

La concentration en matières organiques dans les eaux de rivières varie entre 2 et 10 mg/l (Gaid, 1988).

3-2-3-6 Demande biochimique en oxygène (DBO5)

La DBO5 traduit la quantité d'oxygène moléculaire utilisée par les microorganismes pendant une période d'incubation de 5 jours à 20° C pour décomposer la matière organique, dissoute ou en suspension, contenue dans un litre d'eau. D'après Chapman et al. (1996), la DBO5 des eaux naturelles est inférieure à 2 mg/l. Les eaux recevant des rejets domestiques présentent des concentrations supérieures à 10 mg/l.

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

3-2-3-7 Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique, effectuée à l'aide d'un oxydant puissant, des composés organiques présents dans l'eau.

Elle permet de mesurer la teneur en matières organiques totales (excepté quelques composés qui ne sont pas dégradables), y compris celles qui ne sont pas dégradables par les bactéries. Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques.

La différence entre la DBO et la DCO est due aux substances qui ne peuvent pas être décomposées biologiquement. Le rapport entre la DBO et la DCO constitue une mesure indicative de la « dégradabilité » biochimique des composés présents dans l'eau. Le rapport DCO/DBO évolue d'environ 2,5 (eau résiduaire récemment déversée) à 10-20 après décomposition totale. Dans ce dernier cas, on parle d'une eau bien minéralisée. Cependant, lorsque des composés toxiques sont présents, l'activité biologique est ralentie et, de ce fait, la quantité d'oxygène consommée après 5 jours est moindre. Ceci se traduit également par un rapport DCO/DBO élevé. La DCO et la DBO se mesurent en mg d'oxygène par litre.

3-2-4 Minéralisation globale

3-2-4-1 Calcium (Ca^{2+})

Le calcium est un sel extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaire sous forme de carbonates. Ce sel se rencontre dans presque toutes les eaux naturelles. Sa teneur dans l'eau peut varier de 1 à 150 mg/l, elle est directement liée à la nature géologique des terrains traversés.

En effet, le rapport magnésium/calcium est en général très inférieur à 1 (Potelon et al, 1998).

On constate une importance primordiale des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} responsable de la « dureté » d'une eau (paramètre ayant l'action sur les organismes vivants, et conditionnant souvent leurs répartitions). Ces ions sont dits « non conservatifs », car leur concentration varie au degré des échanges entre l'eau et les organismes vivants (Frontier et Pichod-Viale, 1993).

3-2-4-2 *Le magnésium (Mg^{+2})*

Le magnésium est un élément très répandu dans la nature. Son abondance géologique, sa grande solubilité, sa large utilisation industrielle font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes, (Rodier et al, 2005).

Le magnésium contribue à la dureté de l'eau sans en être l'élément essentiel (Potelon et al, 2005).

3-2-4-3 *Sodium (Na^+)*

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

3-2-4-4 *Potassium (K^+)*

Le potassium est un élément naturel des eaux, où sa concentration, à peu près constante, ne dépasse habituellement pas 10 à 15 mg/l.

Cette substance peut provenir des industries extractives (mine de sels de potasse), des usines d'engrais et des industries de verre et matériaux connexes (Potelon et al, 1998).

3-2-4-5 *Chlorures (Cl)*

Très répandu dans la nature, généralement sous forme NaCl, KCl ou CaCl₂, les chlorures présents dans l'eau peuvent avoir plusieurs origines :

- percolation de l'eau au travers de terrains sales ;
- Infiltration d'eaux marines dans la nappe souterraine, de manière naturelle ou par intervention humaine par pompage excessif ;
- Rejets humains, en particulier d'urine ;
- Industries extractives comme des marines de potasse ou des salines.

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

3-2-4-6 Les sulfates (SO_4^{2-})

Les sulfates font partie des éléments principaux des eaux continentales. Le contenu de ces eaux en ions sulfates est cependant très variable. L'eau de pluie en renferme une quantité notable mais la source la plus importante est le sulfate de calcium hydraté, le gypse ; minéral fréquent (pierre à plâtre) est assez soluble dans l'eau (Dussart, 1966). Les teneurs en sulfates dans les eaux sont variables mais ne dépassent pas le gramme par litre. Bien que des teneurs élevées en sulfates ne soient pas dangereuses, elles peuvent occasionner des troubles diarrhéiques notamment chez les enfants.

3-2-4-7Alcalinité

L'alcalinité est la mesure de la capacité d'une eau à neutraliser les acides. Il s'agit de mesurer la présence des ions de dioxyde de carbone, de bicarbonate, de carbonate et d'hydroxyde qui sont présents dans l'eau à l'état naturel. Au niveau normal du pH d'une eau, le bicarbonate et le carbonate sont les éléments qui contribuent le plus à l'alcalinité.

On distingue également deux titres qui sont :

-Titre alcalimétrique ou titre alcalimétrique simple (TA) qui, correspond à l'alcalinité entraînée par les ions OH^- et à la moitié des ions CO_3^{2-} ;

$$TA = [CO_3^{2-}] + [OH^-]$$

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

$$TAC = [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}] + [OH^-]$$

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

3-2-4-8Dureté

La dureté d'une eau exprimait l'aptitude de cette eau à réagir et à faire mousser du savon. A l'heure actuelle, on appelle dureté ou titre hydrotimétrique (TH) la somme des cations alcalino- terreux présents dans une eau. En pratique, on considère que les cations dont les

concentrations sont supérieures à 1 mg/l, c'est le cas des ions calcium et magnésium. Ces ions sont présents dans l'eau sous forme de sels de chlorure, de sulfates ou d'hydrogénocarbonates (REJSEK, 2002 ; METAHRI, 2002).

Généralement, on distingue la dureté permanente et la dureté temporaire, la somme des deux étant la dureté totale.

3-2-5 Les paramètres indésirables

3-2-5-1 Aluminium (Al^{3+})

L'aluminium très répandu sur la terre, il vient par ordre d'importance après l'oxygène et le silice. Lorsqu'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 $Al(OH)_3$ qui se dissout sous forme d'aluminate (Rodier et al, 2005). A des concentrations supérieures à $30\mu g/l$ l'aluminium, l'eau peut être considérée comme dangereuse lorsqu'elle est utilisée pour la dialyse rénale (Vilagines, 2003).

3-2-5-2 Fer (Fe)

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

3-2-6 Les paramètres de toxicités

La pollution chimique est due au rejet d'hydrocarbures, d'huiles, de graisses, de métaux lourds et autre composés chimiques dans les égouts. Le secteur industriel est bien entendu le premier pollueur (industrie chimique et plastique, sidérurgie) mais il ne faut pas sous-estimer l'impact de l'agriculture (pesticides et engrais chimiques se retrouvant dans les eaux souterraines après lessivage) et du secteur domestique (solvants, lessives, savons...). Les métaux lourds ne peuvent pas être dégradés biologiquement ou chimiquement.

3-2-6-1 Arsenic

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

On leur associe des intoxications humaines endémiques caractérisées essentiellement par une mélanodermie du pied et une sclérose des membres inférieurs, sachant par ailleurs que l'arsenic est doué de propriétés cancérigènes, il convient donc d'en limiter les rejets dans les eaux (Metahri, 2002).

3-2-6-2 cadmium

Le cadmium a une grande résistance à la corrosion ; son point de fusion est bas ; il a une bonne conductivité électrique ; ses produits dérivés ont une bonne résistance aux fortes températures ; il présente des caractéristiques chimiques proches de celles du calcium, en particulier le rayon ionique, facilitant ainsi la pénétration dans les organismes.

Les activités industrielles telles que le raffinage des métaux non ferreux, la combustion du charbon et des produits pétroliers, les incinérateurs d'ordures ménagers et la métallurgie de l'acier constituent les principales sources de rejet du cadmium dans l'atmosphère.

Dans l'eau, le cadmium provient de l'érosion naturelle, du lessivage des sols (engrais phosphatés) ainsi que des décharges industrielles et du traitement des effluents industriels des mines.

Le cadmium fait également partie des métaux lourds les plus dangereux. Même à de faibles concentrations, il tend à s'accumuler dans le cortex rénal sur de très longues périodes (50 ans) où il entraîne une perte anormale de protéine par les urines (protéinurie) et provoque des dysfonctionnements urinaires chez les personnes âgées.

3-2-6-3 Pesticides

Appelés aussi « produits phytosanitaires », se sont des substances chimiques minérales ou organiques de synthèse utilisées à vastes échelles contre les ravageurs des cultures. Ils sont présents dans l'eau à des concentrations comprises entre 1ng/l et 1µg/l. leurs dosages direct

n'est pas réalisable ; est nécessaire de précéder préalablement à une concentration et à une séparation (Rodier, 1996).

3-2-6-4 Plomb

Le plomb est un constituant naturel, largement réparti dans la croûte terrestre à des teneurs de l'ordre de 13 mg/kg. Les sols acides sont généralement moins riches en plomb que les sols alcalins.

Contrairement à d'autres métaux comme le fer, le cuivre et le zinc, qui sont indispensables au corps humain, le plomb ne joue aucun rôle physiologique. Sa présence dans notre organisme peut même, à partir de certaines doses, provoquer des troubles de santé. En effet, le plomb est un métal très toxique qui s'accumule dans l'organisme. Il est particulièrement nocif pour les jeunes enfants qui peuvent développer un saturnisme.

3-2-7 Les paramètres bactériologiques

L'objectif de l'analyse bactériologique d'une eau n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes, mais de rechercher soit celles qui sont susceptibles d'être pathogènes soit, ce qui est souvent plus aisé, celles qui les accompagnent et qui sont en plus grand nombre souvent présentes dans l'intestin des mammifères et sont par leur présence indicatrices d'une contamination fécale et donc des maladies associées à la contamination fécale. On peut noter que l'absence de contamination fécale ne laisse en rien présager l'absence d'espèces potentiellement pathogènes (exemple : légionelles, pseudomonas...), (Rodier et al, 2009).

3-2-7-1 Les germes aérobies revivifiables

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

Les microorganismes se développent à 22°C qui sont des saprophytes présents naturellement dans l'eau ;

Les microorganismes se développant à 37°C, température du corps humain, qui provient de l'homme ou d'animaux à sang chaud. Même s'il ne s'agit pas forcément de germes pathogènes, ils peuvent montrer une contamination de l'eau analysée par des produits animaux, en particulier les matières fécales (Rejsek et Metahri, 2002).

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

3-2-7-2 Les coliformes

Le terme « coliformes » ne correspond pas à une définition microbiologique stricte. Sous ce terme est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae* et qui partagent certaines caractéristiques biochimiques.

La définition suivante a été adoptée par l'Organisation internationale de standardisation (ISO). Le terme « coliformes » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaires, et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37°C (Rodier et al, 2009).

Il existe notamment deux groupes de coliformes :

- Coliformes totaux qui ont les mêmes caractéristiques biochimiques que les coliformes ;
- Coliformes fécaux qui ont aussi les mêmes caractéristiques biochimiques que les coliformes mais, ils se distinguent également des coliformes totaux par leur température de prolifération qui est de 44°C avec production d'indole.

3-2-7-3 Entérocoques du groupe D

On distingue sous le nom « streptocoques fécaux » les streptocoques qui possèdent l'antigène D. Selon Gaillard et al (1995), elles sont des cocci à Gram positif, anaérobies et fermentent le glucose. Ce sont des espèces commensales de tube digestif de l'homme et des

animaux (Delarras, 2005). Ils témoignent d'une contamination d'origine fécale ancienne tandis récente (Anonyme3, 2006).

3-2-7-4 Clostridium sulfito- réducteurs

Bactéries sporulantes qui se présentent sous forme de bacilles à Gram positif, et qui se développent à température 37°C pendant 24heure. Leur dénombrement peut être réalisé sur la gélose TSN (Tryptone-Sulfite-Néomycine), les microorganismes sulfito-réducteurs réduisent le sulfite en sulfure provoquant, avec le citrate ferrique, un précipité noir de sulfure de fer autour des colonies. La gélose Tryptone Sulfite Cyclosérine peut également être utilisée pour la recherche et dénombrement des Clostridium dans les eaux.

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale. Les formes sporulées, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et streptocoques fécaux, permettraient ainsi de détecter une pollution fécale ancienne ou intermittente (Rodier et al, 2009).

3-3 Les risques sanitaires liés à une consommation d'eau de mauvaise qualité

3-3-1 Les différents types de maladies liées à l'eau

Dans la nature, l'eau n'est pas toujours source de vie. En effet, cette dernière peut véhiculer un grand nombre de micro-organismes, bactéries, virus et protozoaires en tout genre, qui y vivent et s'y développent, ainsi que des parasites dont les hôtes ont besoin d'eau pour vivre ou se reproduire. Or de tels organismes peuvent engendrer des maladies parfois graves lorsqu'ils pénètrent dans le corps humain. L'eau est ainsi le vecteur de transmission privilégié de ces maladies hydriques.

Le tableau ci-dessous résume les principaux groupes et genres d'agents pathogènes responsables de maladies d'origine hydrique.

Tableau 02 : Les maladies à transmission hydrique (Degremont, 1978 ; Briere, 2002).

Maladies	Organismes pathogènes responsable	Principaux mode de transmission à l'homme	Principaux moyens de protection	Réservoir de l'organisme pathogène infectieux
Choléra	<i>Vibrio cholerae</i>	Eaux et aliments contaminés par des matières fécales ; eaux d'égouts ; voie féco-orale.	Vaccin peu efficace, ébullition ou désinfection de l'eau de consommation.	Humains
Fièvre typhoïde	<i>Salmonella typhi</i>	Eaux et aliments contaminés par des eaux d'égouts ; coquillages.	Vaccination ; ébullition ou désinfection de l'eau de consommation.	Humains
Fièvre para typhoïde	<i>Salmonella paratyphi (abc)</i>	Eaux et aliments contaminés par des eaux d'égouts ; coquillages.	Ebullition ou désinfection des eaux de consommation.	Humains
Tétanos	<i>Clostridium tetani</i>	Spoires des bactéries introduites dans la terre, dans la rouille, etc. dans une plaie ; contact avec des eaux d'égout.	vaccination	Humains, animaux et sol
Diarrhée infectieuse	Diverses bactéries	Eaux et aliments contaminés par des eaux d'égout ; coquillage	Hygiène ; désinfection de l'eau,...	Humains et animaux (porc, bovins, moutons, volailles, chats, chiens, etc.).

4 Traitement des eaux de surface

Le traitement des eaux repose sur deux concepts fondamentaux à savoir la clarification et la désinfection.

A partir des recommandations émises par l'Organisation Mondiale de la santé (OMS), une réglementation nationale concernant la gestion et le traitement des ressources hydrique a été mise en place afin de garantir une eau d'une qualité irréprochable sur le plan physicochimique et bactériologique. Pour ce faire, il est nécessaire de mettre en place des traitements suffisamment robustes et ingénieux. L'eau brute subit donc plusieurs étapes en fonction de sa qualité initiale.

4-1 Clarification

Elle permet de rendre l'eau le plus limpide possible, en la débarrassant des matières en suspension qu'elle contient par ordre décroissant.

4-1-1 Dégrillage et tamisage

L'eau est d'abord filtrée à travers une grille afin d'arrêter les plus gros déchets, puis elle passe dans des tamis à mailles fines retenant des déchets plus petits.

4-1-2 Dégraissage et déshuilage

Consiste à séparer des produits de densité légèrement inférieure à l'eau, par effet de flottation, naturelle ou assisté, dans une enceinte liquide de volume suffisant (Degremont, 2005).

4-1-3 Pré chloration

A pour bute d'oxyder totalement l'ammoniac et les autres matières oxydables et permet l'amélioration de la floculation et la décantation. L'injection de chlore en pré traitement permet aussi d'éviter la prolifération algale dans les bassins de décantation et filtration (Aslay et Leclerc, 1993).

4-1-4 La filtration

Pour éliminer les 10% des MES restantes, l'eau traverse un filtre, lit de sable fin et /ou un filtre à charbon actif. La filtration sur sable élimine les matières encore visible à l'œil nu. Les filtres à charbon actif retiennent en plus les micropolluants, comme les pesticides et leurs sous-produits, les composés à l'origine des goûts et des odeurs (cette filtration peut avoir lieu

après la désinfection car ils retiennent également des sous-produits de désinfection). Il existe des procédés de filtration encore plus poussés comme la filtration sur membrane.

4-1-5 Coagulation Floculation/ et décantation

Un produit chimique (chlorure de fer ou sulfate d'aluminium) est ajouté à l'eau qui provoque le regroupement (agglomération) des particules encore présentes (poussières, particules de terre, etc.) en flocons. Ceux-ci s'agglomèrent et se déposent au fond du bassin par décantation.

90% des matières en suspension sont ainsi éliminées.

4-2 Désinfection

C'est la dernière étape : elle élimine tous les micro-organismes qui pourraient être dangereux pour notre santé.

4-2-1 Physique

Elle consiste en traitement de l'eau par les rayons UV.

4-2-2 Chimique

Par addition de l'ozone ou le chlore.

- **Ozonation** : L'eau est désinfectée grâce à l'ozone, qui a une action bactéricide et antiviral. Ce gaz mélangé à l'eau, agit aussi sur les matières organiques en les cassant en morceaux. Il améliore également la couleur et la saveur de l'eau.
- **Chloration** : Du chlore est ajouté à la sortie de l'usine de production et sur différents points du réseau de distribution afin d'éviter le développement de bactéries et de maintenir la qualité de l'eau tout au long de son parcours dans les canalisations.

CONCLUSION

De nos jours les eaux naturelles sont moins potables, car elles sont de plus en plus souillées par des substances qui proviennent soit du milieu physique naturel dans lequel elles ont évoluées, soit générées par les activités anthropiques. De toutes les matières que l'eau reçoit, certaines sont sans risque pour la santé en dessous d'une certaine concentration, d'autres sont toxiques même à l'état de traces. Cet état de fait contraint les organismes de traitements de rester très vigilant lors de traitement des eaux à fin de fournir au consommateur une eau potable sans aucun danger.

Afin d'évaluer la qualité physicochimique des eaux brutes et traitées au niveau de la station monobloc du barrage de Taksebt. Un suivi de ces paramètres globaux a été effectué au laboratoire central de l'ADE unité de Tizi-Ouzou durant une période de cinq mois allant de janvier 2017 à Mai 2017.

5- Etude expérimentale

5-1 PRESENTATION DE LA STATION MONOBLOC TAKSEBT

Construite en 2005 par SNC LAVALIN (société canadienne), mise en service en 2008 ; Consiste à traiter les eaux brutes superficielles du barrage Taksebt.

La station monobloc est délimitée par :

- la rive gauche par la commune IRDJEN
- La rive droite la commune de BENI- AISSI
- Au sud par OUADHIA et OUACIF
- Au nord elle donne sur OUED SEBAOU

Cette station comporte:

- Une conduite souterraine pour acheminer l'eau brute du barrage vers la station ;



Figure 3 : Photo de la conduite souterraine.

- Une vanne pour régler le débit de l'eau et la pression à 1 bar ;



Figure 4 : photo de la vanne.

- Deux injecteurs : un pour l'hypochlorite de sodium (pré chloration) et l'autre pour le coagulant (Sulfate d'alumine) ;

Injection de
sulfure d'alumine

Injection d hypochlorite
de sodium



Figure 5 : Photo des injecteurs

- Un mélangeur des réactifs avec l'eau brute ;



Figure 6 : Photo de mélangeur.

- Une série de décanteurs (trois décanteurs), chacun est constitué:
- d'un bassin de floculation ;
 - de trois bassins de décantation lamellaires en forme d'entonnoir ;
 - et d'un dernier bassin rectangulaire pour recueillir l'eau clarifiée ;



Figure 7 : Photo des décanteurs lamellaires.



Figure 8 : Photo du bassin de réception de l'eau clarifiée.

- Filtre à sable de forme cylindrique qui retient les impuretés et ce pour chaque décanteur ;
- Un collecteur des eaux filtrées ;



Figure 9 : Photo du collecteur.

- Un injecteur de l'hypochlorite de sodium (post-chloration) ;



Figure 10 : Deuxième injection de l'hypochlorite de sodium.

- Une station de pompage qui alimente à la fin de traitement deux réservoirs à savoir le réservoir de CHAMLLAL et celui de BENI-AISSI selon un programme établi par la station. Exemple de schéma de distribution de la station de BENI_AISSI :

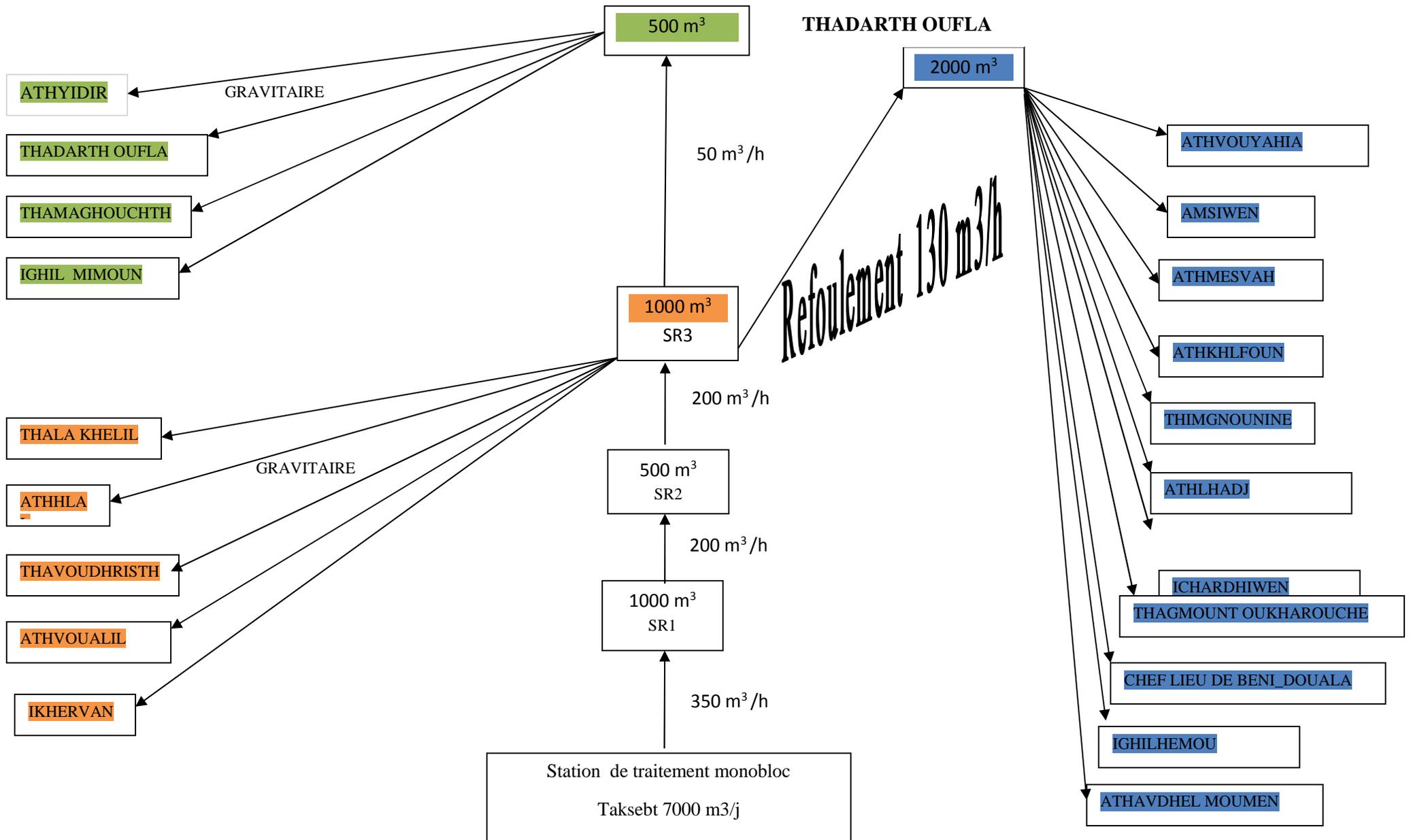


Figure 11: Distribution de l'eau potable de la station monobloc Taksebt vers la station BENI_AISSI

5-2 Prélèvement des échantillons

Les prélèvements doivent être réalisés avec le plus grand soin et les échantillons prélevés pour les différentes analyses doivent être conservés dans des flacons en verre lavés et rincés sur place au moment de la prise de l'échantillon. Les flacons sont remplis jusqu'au bord et bouchés de telle façon qu'il n'y ait aucun contact avec l'air et tout en inscrivant les mentions relatives à la date de la prise et l'origine du prélèvement. Aussitôt les échantillons sont acheminés vers le laboratoire via une glacière à une température ne dépassant pas 6°C et l'idéal est de procéder à l'analyse dans les deux heures qui suivent.

5-3 Matériel et méthodes

Afin de déterminer la dose des désinfectants à injecter lors du traitement au niveau de la station monobloc, on procède au :

- *Essai du Jar-test*

Appelé flocculateur à six béchers, c'est un procédé qui sert à déterminer la quantité de coagulant et de flocculant qu'il faut injecter à l'eau brute pour avoir une meilleure clarification.

Son principe consiste en :

- l'injection des doses croissantes de sulfate d'alumine ;
- Agitation avec des hélices pendant trois minutes à 200 tours / min ;
- En baisse la vitesse à 50 tours / min pendant 15 min ;
- Arrêt de l'agitation donc décantation pendant 30 min ;
- Filtration sur papier filtre ;
- Le filtrat subit les analyses suivantes : le pH, la turbidité et la conductivité ;
- La dose du meilleur résultat est retenue comme référence.

Demande en chlore

Ce teste permet de déterminer la dose d'hypochlorite de sodium à injecter au niveau de la station, il se fait selon le mode opératoire suivant :

- Remplir 10 flacons en verre teintés en eau brute ;
- Prélever 10 ml de NaCl déjà préparer et ajuster jusqu'à 100 ml avec l'eau et bien agiter ;

- A l'aide d'une seringue, injecter 1ml de la solution d'hypochlorite de sodium (7° à 12°) ;
- Agiter soigneusement, laisser réagir pendant 15 minutes ;
- Agiter à nouveau et laisser pendant 2h ;
- Verser 10 ml de chaque flacon dans un tube, ajouter le DPD N 1 (Dichloro-phenyl diamine) et bien agiter
- Lecture sur comparateur ;
- La valeur la plus inférieure sera retenue.

Une fois les doses de désinfectants sont déterminées on procède à l'analyse de l'eau.

5-3-1 Analyse physico-chimiques

5-3-1-1 Mesure de la température

La mesure de la température s'effectue à l'aide d'un simple thermomètre gradué de 0 à 25°C.

5-3-1-2 Mesure de conductivité

La mesure de la conductivité s'effectue à l'aide d'un conductimètre.

5-3-1-3 Mesure du pH

La mesure du pH se fait avec un appareil appelé pH mètre.

5-3-1-4 Mesure de la turbidité

La mesure de la turbidité se fait à l'aide d'un turbidimètre optique et électrique.

5-3-2 Analyse des paramètres de pollution

5-3-2-1 Dosage de l'ammonium

Introduire 40ml des échantillons dans des flacons en verre puis ajouter les solutions suivantes et mélangé après chaque ajout :

- 4ml réactif A
- 4ml réactif B (Dichloroisocynurate de sodium)

Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 655nm.

5-3-2-2 Dosage des nitrites

Introduire 50 ml de l'échantillon dans une fiole en verre, ajouter 1ml du réactif mixte (a) et attendre au moins 20min. l'apparition de la couleur rose indique la présence des (NO_2^-). Enfin, mesurer l'absorbance de chaque échantillon à la longueur d'onde d'environ 540nm.

5-3-2-3 Dosage des nitrates

Introduire 40 ml des échantillons à analyser, ajouter 1ml de réactif des nitrates R1 et 5ml de R2. Laisser environ 15 min ensuite, faire la lecture au spectromètre à la longueur d'onde de 415nm.

5-3-2-4 Dosage du phosphore

Introduire 40 ml de l'échantillon, ajouter 1 ml de l'acide ascorbique et 2 ml de réactif mélangé dans une fiole jaugé de 50 ml. Mesurer l'absorbance de chaque échantillon avec un spectromètre à une longueur d'onde de 880 nm.

5-3-3 Détermination de la minéralisation globale*5-3-3-1 Dosage du calcium*

Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon, ajouter 2 ml de la solution d'hydroxyde et une pincé d'indicateur (Murexide). Bien mélangé le tout. Titrer avec la solution d'EDTA, en versant lentement. Le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement violette, cette couleur ne doit pas changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

5-3-3-2 Dosage de la dureté totale

A 100 ml de l'échantillon on ajoute 10 ml de NaOH, plus une pincé d'indicateur (calcons). Il se développe une couleur rose, le titrage est effectué par l'EDTA jusqu'au virage du rose au bleu.

5-3-3-3 Dosage volumétrique des chlorures

A 100 ml de l'échantillon on ajoute 0,5 ml de l'indicateur du pH plus des gouttes d'acide nitrique HNO_3 jusqu'à l'apparition d'une coloration jaune, puis on titre avec les nitrates mercuriques $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ jusqu'à l'apparition d'une coloration violette.

5-3-3-4 Dosage des sulfates

Mettre 100 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 250 ml, ajouter 5 ml de réactif à l'acide chlorhydrique puis ajouter 2 ml de chlorure de barium, bien mélangé. Mesurer l'absorbance avec un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 546 nm.

5-3-3-5 Dosage de TA et TAC

TA : A 100 ml d'échantillon on ajoute quelques gouttes de phénophtaléine : si la coloration est rose ($TA \neq 0$), on dose alors à l'aide du HCL jusqu'à décoloration. Si on n'a pas de coloration rose ($TA = 0$) on passe directement à TAC.

TAC : A 100 ml de l'échantillon on ajoute trois gouttes de méthyle-orange, il se développe une coloration jaune qui sera dosé par HCL jusqu'au virage jaune orange.

5-3-4 Détermination des éléments indésirables

5-3-4-1 Dosage du fer

Ajouter à 50 ml d'eau à analyser 1ml de chlorhydrate d'hydroxylamine, 2 ml de tampon d'acétate et 2 ml de phénantroline. Laisser environ 15 min puis mesurer l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre avec une longueur d'onde de 510 nm.

5-3-5 Méthodes d'analyse bactériologique

5-3-5-1 Recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables à 22°C et 37°C

La recherche des germes revivifiables consiste en ensemencement en masse de 1 ml de la solution mère dans le milieu TGEA en surfusion, l'incubation se fait en deux séries une à 22°C l'autre à 37°C.

5-3-5-2 Recherche et dénombrement des coliformes

➤ Méthode de filtration sur membrane :

- Filtration de 100 ml de l'échantillon à travers une membrane de 0,45 μm de porosité ;
- Déposer la membrane dans un milieu gélosé au TTC et au tergitol 7 ;
- Incubation à 37°C pendant 24h couvercle en bas ;
- Première lecture ;
- Repiquage des colonies caractéristiques sur milieu TSA, incubation à 44°C pendant 24h ;

- Deuxième lecture ;
- Identification d'E. Coli par la recherche d'indole.

5-3-5-3 Recherche et dénombrement des Entérocoques du groupe D.

➤ Méthode de filtration sur membrane :

- Filtration de 100 ml de l'échantillon à travers une membrane de 0,45 µm de porosité ;
- Placer le filtre dans un milieu gélose SLANETZ et BARTLEY ;
- Incubation à 37°C pendant 48h couvercle en bas ;

5-3-5-4 Recherche et dénombrement des ASR

➤ Méthode de filtration sur membrane :

- Filtration de 100 ml de l'échantillon à travers une membrane de 0,22 µm de porosité ;
- Placer le filtre face supérieure tournée vers le bas dans le fond d'une boîte de pétri ;
- Verser le milieu de culture (gélose viande –foie) plus additifs (Alun de fer et sulfite de sodium) ;
- Incubation à 37°C pendant 24h puis 48h.

5-4 RESULTATS ET DISCUSSIONS

En Algérie une eau de consommation doit répondre aux normes les plus strictes de potabilités qui sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau 03 : Les normes Algériennes de potabilité

Paramètres organoleptiques	Unités	Normes NA	Minéralisation Globale	Unités	Normes NA	
Couleur	Unité p/c	15	calcium	Mg/1	200	
Odeur	S/p à 25°C	04	Magnésium	Mg/1	/	
Goût	S/p à 25°C	04	Sodium	Mg/1	200	
Paramètres physicochimiques	Unités	Normes NA	Potassium	Mg/1	12	
PH	/	6.5-9.0	Chlorures	Mg/1	500	
P-rédox	mv	/	Sulfate	Mg/1	400	
Conductivité	µs/cm	2800	Bicarbonates	Mg/1	/	
Température	°C	/	Carbonate	Mg/1	/	
Turbidité	NTU	0.5	Dureté totale	Mg/lcaco ₃	500	
Oxygène dissous	Mg/1	/	Dureté permanente	Mg/lcaco ₃	/	
Salinité	%0	/	Titre alcalin	Mg/lcaco ₃	500	
CO ₂ libre	Mg/1	/	Titre alcalin complet	Mg/lcaco ₃	/	
Résidu sec à 105°C	Mg/1	1500	Eléments Indésirables	Unités	Normes NA	
MES à 105°C	Mg/1	00	Fer total	Mg/1	/	
TDS	Mg/1	/	Fer Fe ²⁺	Mg/1	0.3	
Paramètres de pollution	Unités	Normes NA	Aluminium	Mg/1	0.05	
Ammonium	Mg/1	0.5/	Fluor	Mg/1	1.5	
Nitrites	Mg/1	0.2	Paramètre bactériologiques	Unités	Normes NA	
Nitrates	Mg/1	50	Micro-organismes revivifiables	à 22°C	UFC/ml	100
Phosphore	Mg/1	05		à 37°C	UFC/ml	10
Ortho-Phosphates	Mg/1	/	Coliformes totaux :		55/100ml	/
Mat-Org- Acide	Mg/1	05	CTT (E-Coli) :		05/100ml	/
DBO ₅	Mg/10 ₂	/	Streptocoques fécaux :		06/100ml	/
DCO	Mg/10 ₂	/	Anaérobies sulfito-réducteurs	00	S/100ml	/
			Test de chlore	Mg/1	/	0.2-0.6

5-4-1 Les paramètres organoleptiques

5-4-1-1 Couleur

Une eau naturelle même une fois traitée n'est jamais rigoureusement incolore. Elle peut être due à certaines impuretés minérales ou organiques.

Les résultats d’analyses effectuées et illustrées sur la figure (12), montrent que les variations de la couleur des eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

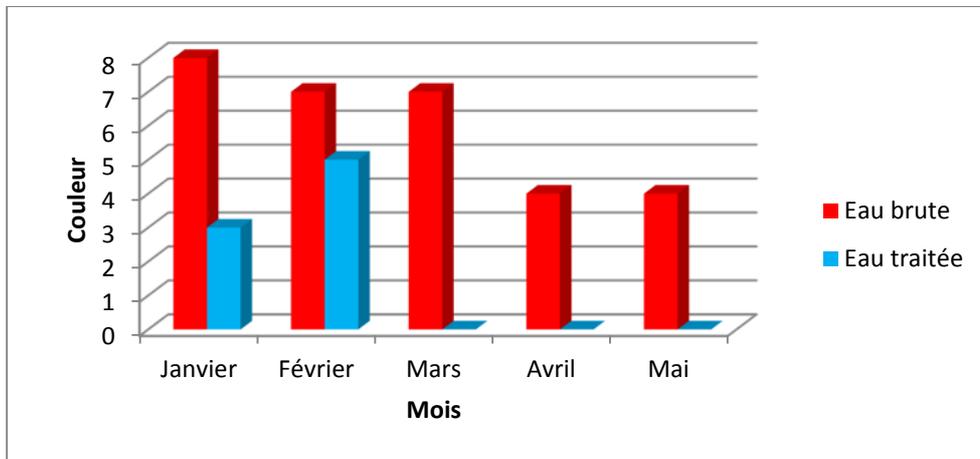


Figure 12 : Variations mensuelles de la couleur des eaux.

Interprétation

Les valeurs de la couleur de l’eau oscillent entre 0 et 10, et ne dépassant pas la norme qui est de 15 (upt/mg).

A travers la figure (12), nous remarquons que les valeurs de la couleur de l’eau brute sont supérieures à celles de l’eau traitée durant la période, allant du janvier à mai 2017. Cela est dû à la qualité du traitement.

5-4-1-2 Turbidité

La turbidité traduit la présence de matières étrangères en suspension dans l’eau.

Les résultats d’analyses effectuées et illustrés sur la figure (13), montrent les variations mensuelles de la turbidité des eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

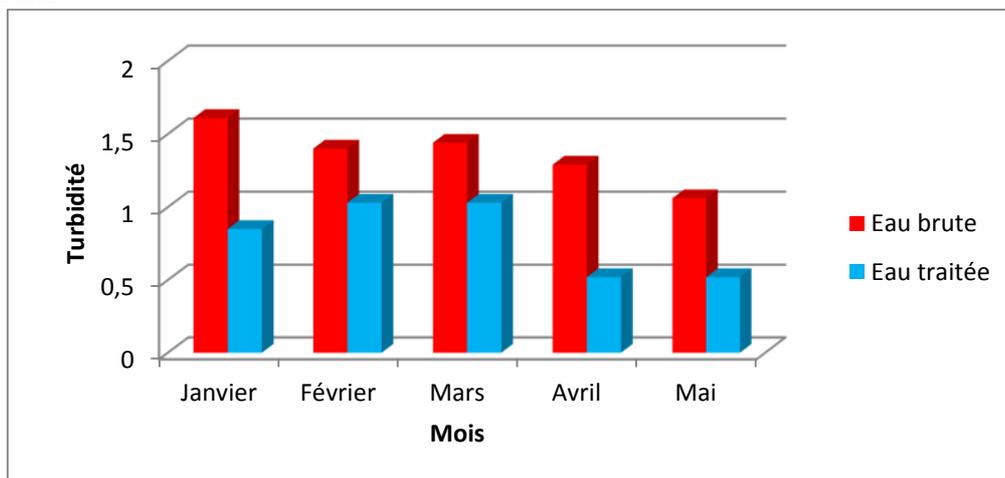


Figure 13 : Variations mensuelles de la turbidité des eaux.

Interprétation

A travers la figure (13) nous constatons un abattement significatif de la valeur de la turbidité ; ce qui traduit la qualité du procès utilisé. Ces concentrations restent pour les deux cas inférieurs aux normes prescrites à savoir 05 (NTU).

5-4-2 Paramètres physico-chimiques

5-4-2-1 ph

Il exprime l'acidité et l'alcalinité de l'eau.

Les résultats d'analyses effectués et illustrés sur la figure (14), montrent que les variations du pH des eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

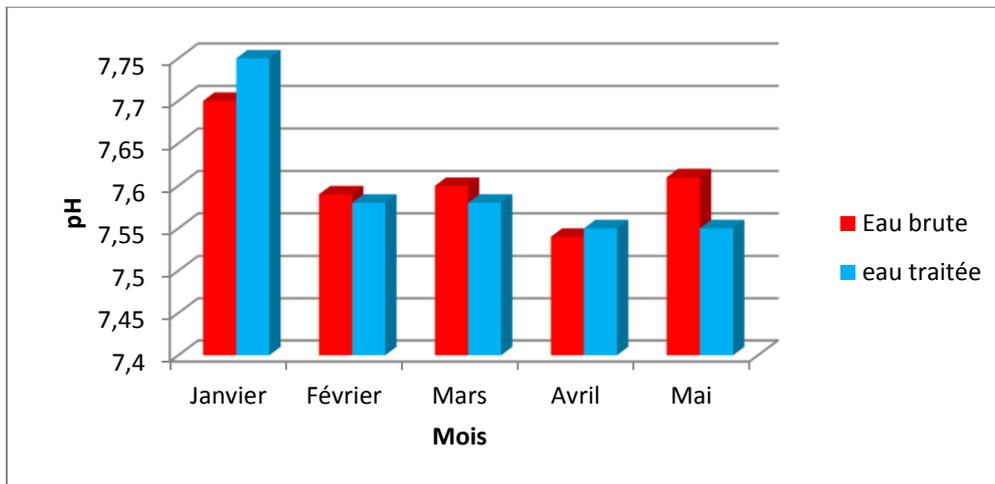


Figure 14 : Variations mensuelles du pH des eaux.

Interprétation

Selon la figure (14) : le pH oscille entre 7,4 et 7,8. Ces valeurs rentrent dans les normes imposées par l'OMS.

NB : Si les valeurs du pH dépassent la norme recommandée celle-ci doit être ajustée en fonction de la situation.

5-4-2-2 Conductivité

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau.

Les résultats d'analyses effectués et représentés sur la figure (15), montrent les variations de la conductivité des eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

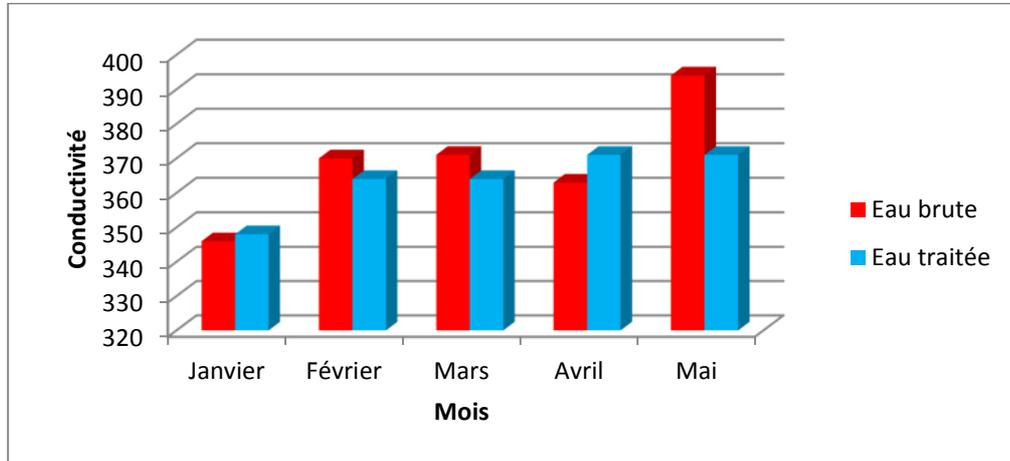


Figure 15 : Variations mensuelles de la conductivité des eaux.

Interprétation

La fluctuation des valeurs de la conductivité serait due à des arrivées d'eau anormalement chargées d'où la nécessité de quantité supplémentaire de coagulants qui ont une grande responsabilité sur la conductivité.

5-4-2-3 Température

Elle a été déterminée à l'aide d'un thermomètre incorporé au pH-mètre. On lit directement la température exprimée en degré Celsius.

Les résultats d'analyses effectués et illustrés sur la figure (16), montrent les variations mensuelles de la température des eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

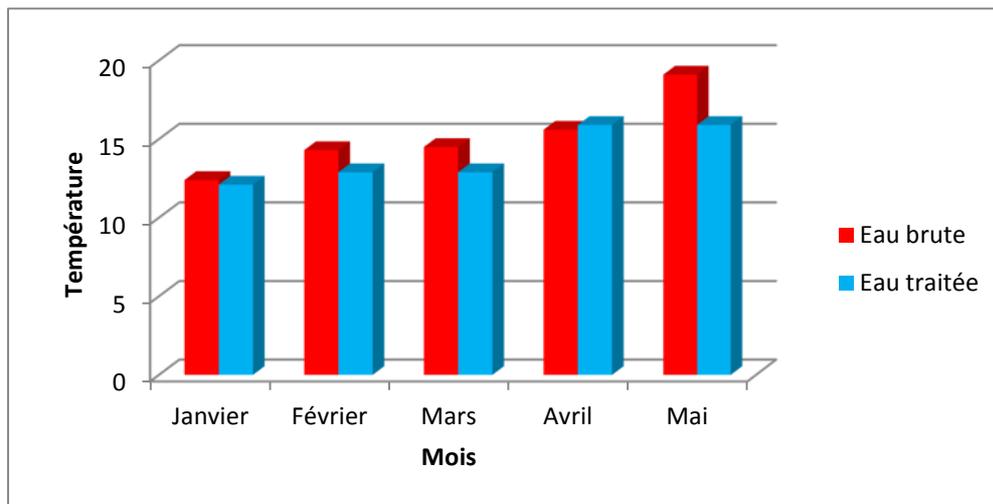


Figure 16 : Variations mensuelles de la température des eaux.

Interprétation

Les fluctuations de la température suivent les variations journalières régnant au niveau du laboratoire.

5-4-3 Paramètres de pollution

5-4-3-1 Ammonium

Les résultats d'analyses effectués et illustrés sur la figure (17), montrent les variations mensuelles de l'ammonium des eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comm

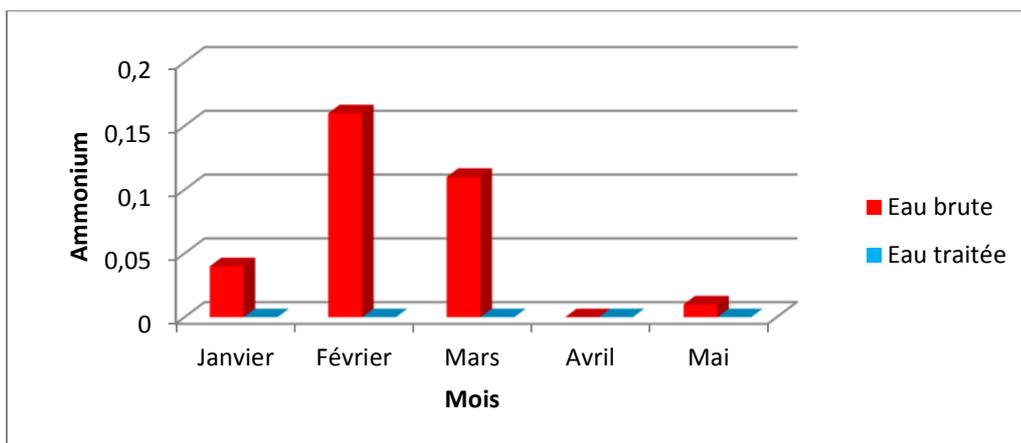


Figure 17 : Variations mensuelles de l'ammonium dans les eaux.

Interprétation

Les valeurs élevées de l'ammonium des eaux brutes s'expliquent par :

Pour les mois janvier, février et mars elles sont due à la période des hautes eaux et avec les apports superficiels. Par ailleurs la valeur de l'eau pour le mois de mai pourrait s'expliquer par le niveau du barrage qui est à la troisième prise d'eau d'où la possibilité d'une légère remontée de la vase.

Suite au traitement de pré chloration et de la coagulation-floculation se paramètre est vite rétabli à des valeurs acceptables voir conforme aux normes de la potabilité qui est de 0,5 mg/l.

5-4-3-2 Nitrite

Les résultats d'analyses effectués et illustrés sur la figure (18), montrent les variations mensuelles des nitrites dans les eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

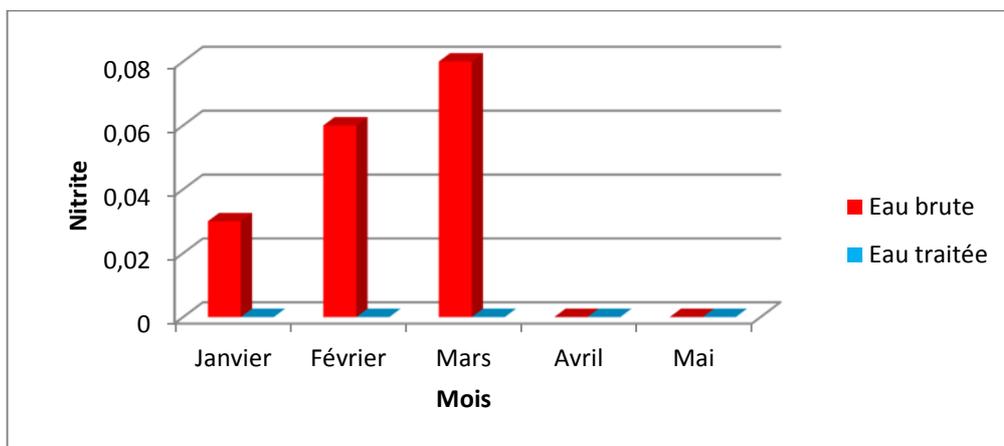


Figure 18 : Variations mensuelles des nitrites dans les eaux.

Interprétation

D'après la figure 18 un abattement significatif a été enregistré par les concentrations des nitrites et ce suite au traitement physico-chimique de coagulation-floculation qui s'est avéré efficace, ce qui a réduit les concentrations de nitrites en état de trace.

5-4-3-3 Nitrate

Les résultats d'analyses effectués et illustrés sur la figure (19), montrent les variations mensuelles des nitrates dans les eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

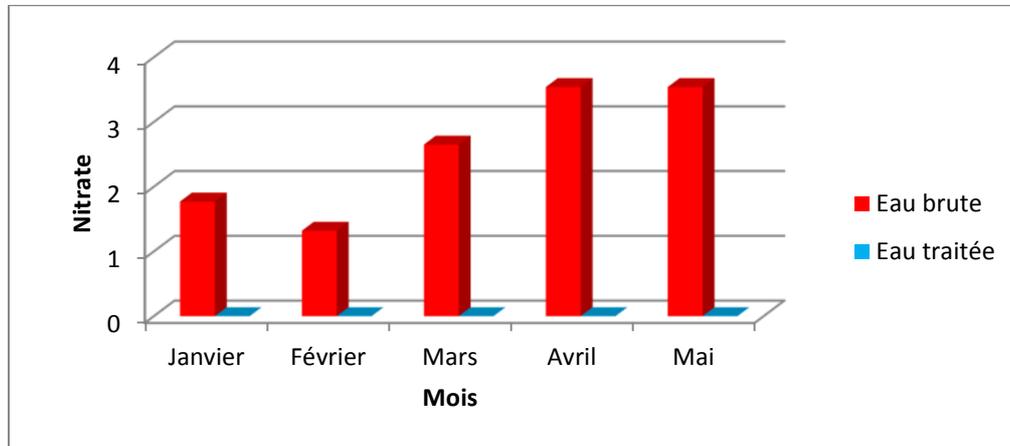


Figure 19 : Variations mensuelles des nitrates dans les eaux.

Interprétation

Selon la figure 19 un abaissement significatif des concentrations juste après le traitement physico-chimique de coagulation-floculation.

L'efficacité du traitement à réduit les concentrations en nitrate à l'état de trace.

5-4-3-4 Phosphore

Les résultats d'analyses effectués et illustrés sur la figure (20), montrent les variations mensuelles du phosphore dans les eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

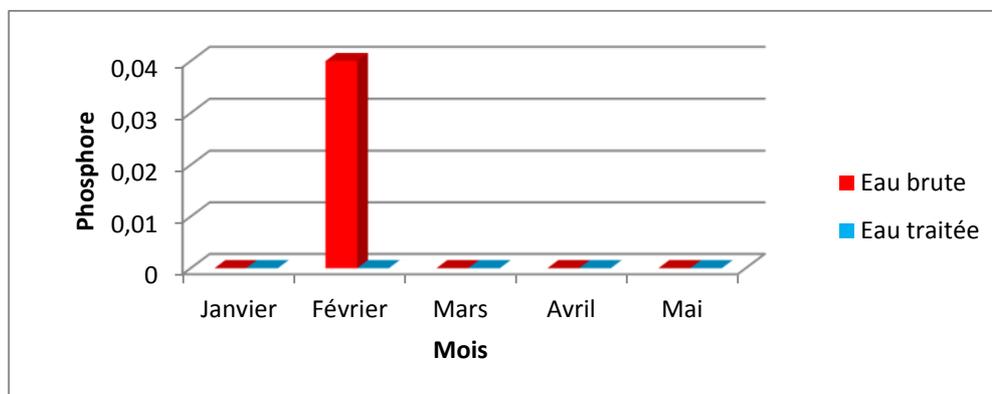


Figure 20 : Variations mensuelles du phosphore dans les eaux.

Interprétation

L'efficacité du traitement physico-chimique a montré l'abatement significatif des ortho-phosphate à des valeurs obéissant aux normes les plus restrictives.

5-4-4 La minéralisation globale

5-4-4-1 Calcium

Les résultats d'analyses effectués et illustrés sur la figure (21), montrent les variations mensuelles du calcium dans les eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suit :

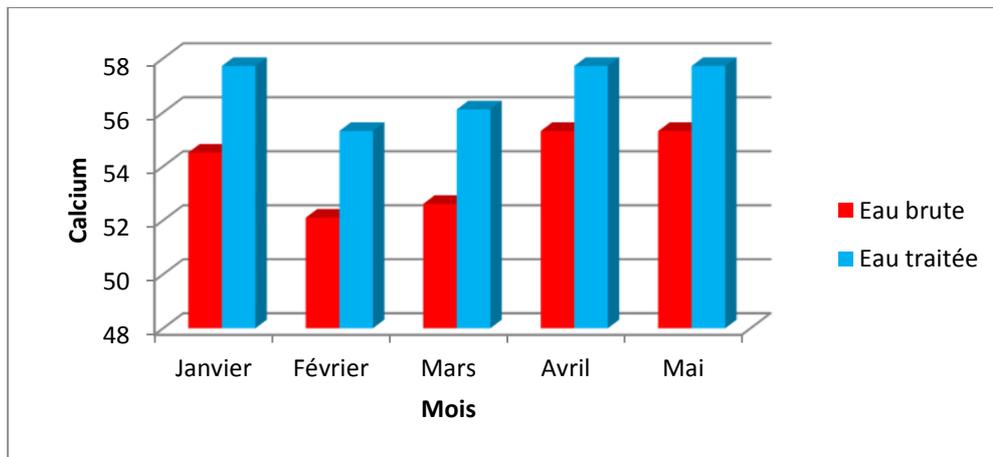


Figure 21 : Variations mensuelles du calcium dans les eaux.

Interprétation

Le faciès de l'eau du barrage est dominé par l'aspect calco-carbonique. L'augmentation des teneurs en calcium s'explique par l'acidification qui est due à l'ajout des sulfates d'alumine.

De ce fait, il y a mise en solution bio disponible du calcium globale des carbonates et des bicarbonates.

5-4-4-2 Magnésium

Les résultats d'analyses effectués et illustrés sur la figure (22), montrent les variations mensuelles du magnésium dans les eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

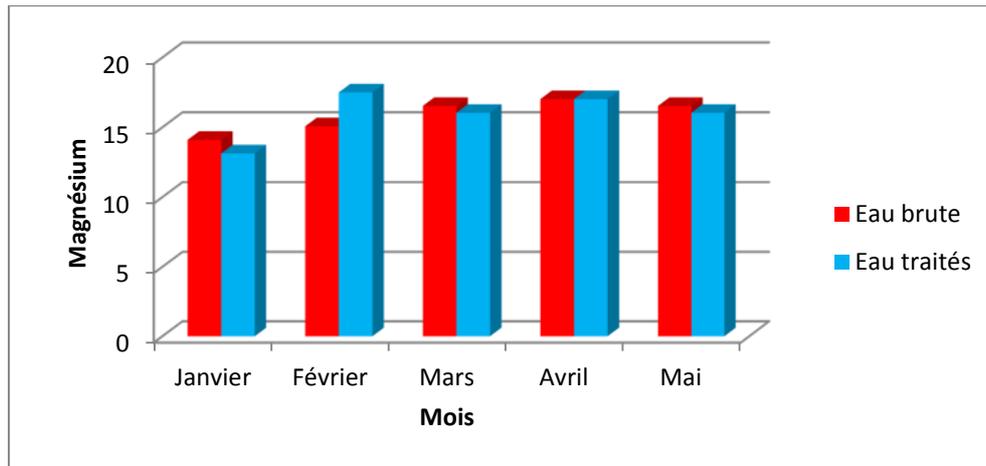


Figure 22 : Variations mensuelles du magnésium dans les eaux.

Interprétation

Les fluctuations des concentrations du magnésium ont été observées sur la figure 22, cette dernière pourrait être induite par l'effet de la coagulation-floculation en fonction des conditions opératoires mises en place.

5-4-4-3 Sodium

Les résultats d'analyses effectués et illustrés sur la figure (23), montrent les variations mensuelles du sodium dans les eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

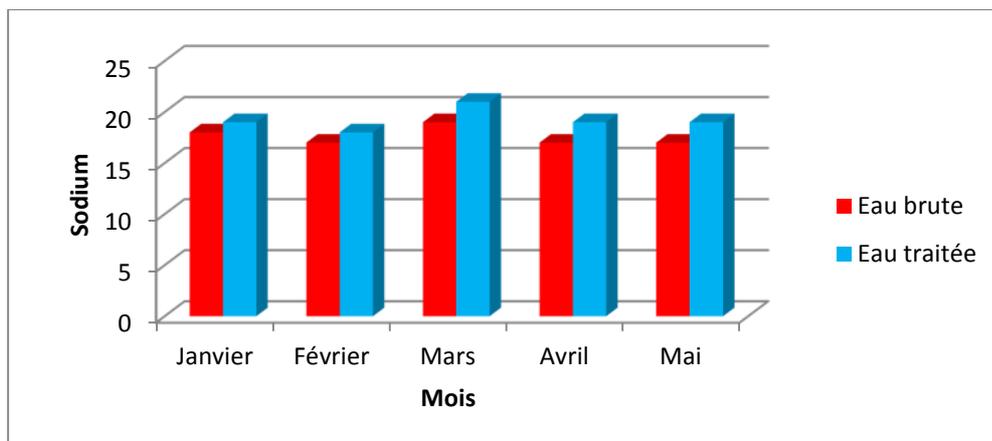


Figure 23 : Variations mensuelles du sodium dans les eaux.

Interprétation

La légère augmentation des teneurs en sodium, mais qui restent dans les normes de la minéralisation globale serait probablement due à la désinfection par l'hypochlorite de sodium NaClO.

5-4-4-4 Potassium

Les résultats d'analyses effectués et illustrés sur la figure (24), montrent les variations mensuelles du potassium dans les eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

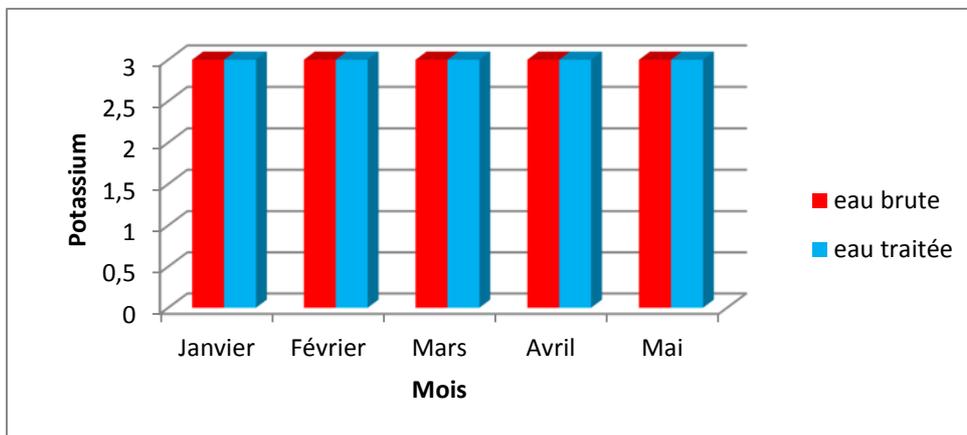


Figure 24: Variations mensuelles du potassium dans les eaux.

Interprétation

D'après la figure 24, aucun changement n'est observé ; par ailleurs les concentrations en potassium restent intéressantes par la minéralisation globale de cette eau.

5-4-4-5 Chlorures

Les résultats d'analyses effectués et illustrés sur la figure (25), montrent les variations mensuelles des chlorures dans les eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

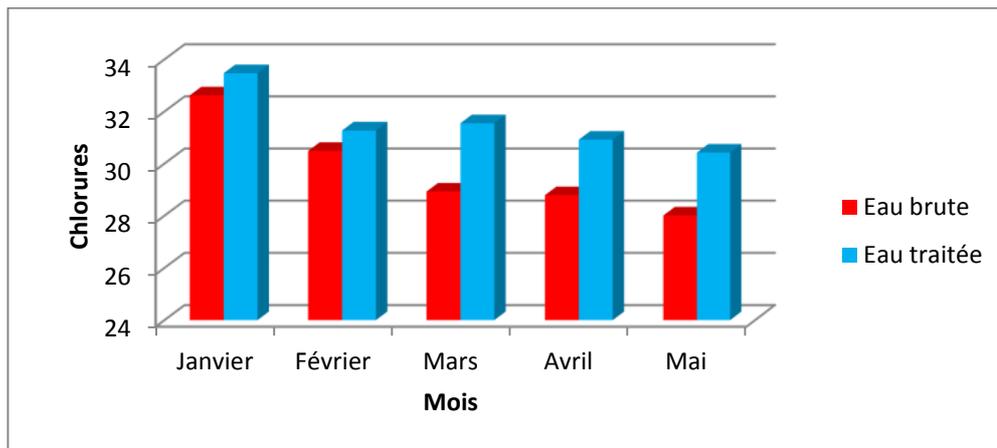


Figure 25 : Variations mensuelles des chlorures dans les eaux.

Interprétation

La figure 25 illustre l'augmentation des teneurs en chlorure dans les eaux traitées, mais ces valeurs rentrent dans les normes de la minéralisation globale. Cette légère augmentation serait due à l'ajout de l'hypochlorite de sodium.

5-4-4-6 Sulfate

Les résultats d'analyses effectués et illustrés sur la figure (26), montrent les variations mensuelles du sulfate dans les eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

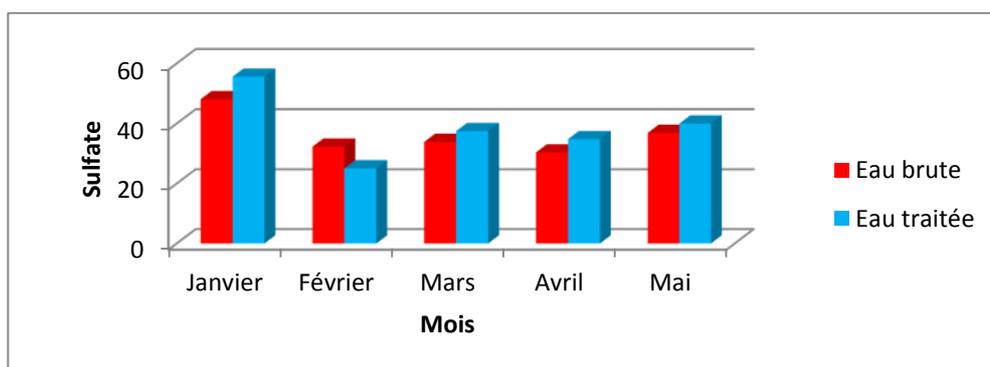


Figure 26: Variations mensuelles du sulfate dans les eaux.

Interprétation : Dans la figure 26 on constate une légère augmentation des teneurs en sulfate qui serait due probablement à l'addition des sulfates d'alumines.

5-4-4-7 Dureté totale

Les résultats d’analyses effectués et illustrés sur la figure (27), montrent les variations mensuelles de la dureté totale des eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

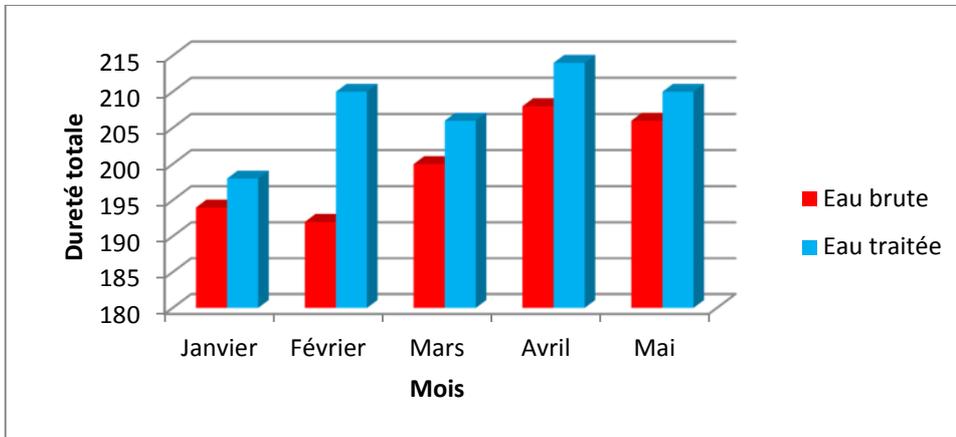


Figure 27 : Variations mensuelles de la dureté totale des eaux.

Interprétation

La figure 21 montre une légère augmentation de la dureté de l’eau après traitement qui serait due à la mise en solution des carbonates de calcium et des carbonates de magnésium

5-4-5 Les éléments indésirables

a- Fer

Les résultats d’analyses effectués et illustrés sur la figure (28), montrent les variations mensuelles du fer dans les eaux brutes et traitées de la station monobloc Taksebt sont comme suite :

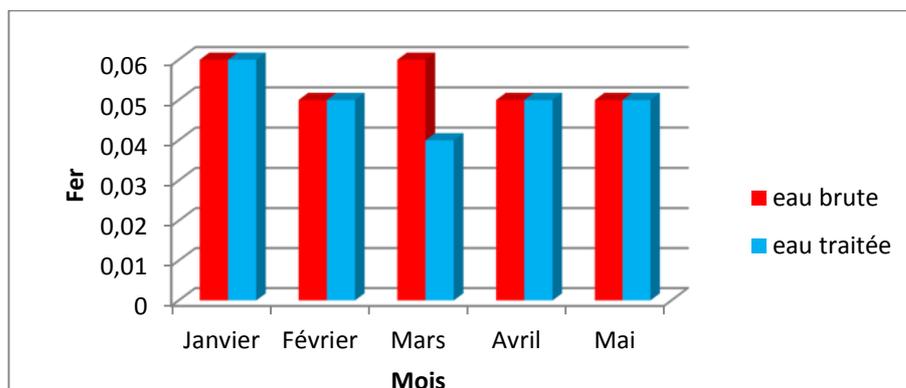


Figure 28 : Variations mensuelles du fer dans les eaux.

Interprétation

La légère diminution du fer au mois de mars pourrait s'expliquer par son oxydation puis sa précipitation suite à l'utilisation de l'étape de pré chloration.

5-4-6 Paramètres bactériologiques

L'analyse microbiologique est parmi l'une des indicatrices qui permet la classification de la qualité des eaux.

Nos résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 04 : Les analyses microbiologiques.

Mois	La qualité de l'eau	Les différents tests effectués						
		Les germes totaux		Les coliformes		les streptocoques 37c°/48h	A.S.R	
		37c°/48h	22c°/48h	Totaux 37c°/24h	Fécaux (E.coli) 44c°/24h		Lecture 24h	Lecture 48h
Janvier	Eau brute	26	15	63	5	2	0	0
	Eau traitée	0	0	4	0	0	0	0
Février	Eau brute	9	13	56	4	4	0	0
	Eau traitée	0	0	0	0	0	0	0
Mars	Eau brute	28	16	0	3	0	0	0
	Eau traitée	0	0	0	0	0	0	0
Avril	Eau brute	30	19	9	2	0	0	0
	Eau traitée	0	0	0	0	0	0	0
Mai	Eau brute	65	21	20	0	0	0	0
	Eau traitée	1	1	0	0	0	0	0

Interprétation

La faible concentration de la microflore totale en germes totaux, coliformes, streptocoques fécaux et les anaérobies sulfite-réducteurs nous renseigne :

En un : sur la qualité des eaux brutes pendant la période d'essai allant de janvier à mai représentant la période des hautes eaux.

En deux : les résultats physico-chimiques ont montrées des concentrations infimes de matières organiques et d'ammonium d'où l'absence des substrats nutritifs pour la croissance bactérienne et en fin l'efficacité de traitement à travers l'étape de clarification et de désinfection. GR3

CONCLUSION GENERALE

Notre étude porte sur l'évaluation de la qualité des eaux brutes et traitées du barrage Taksebt. Pour ce faire nous avons mesuré les différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques, dans le but de procéder à sa classification et sa potabilisation tout en garantissant une qualité irréprochable au consommateur.

Les résultats des analyses révèlent que les valeurs des paramètres physico-chimiques et microbiologiques répondent aux normes internationales requises pour les eaux de consommation.

Toutes fois, d'après l'interprétation des résultats on déduit que l'eau brute du barrage est plus ou moins de bonne qualité du point de vue physico-chimiques et microbiologiques qui serait sûrement due à l'absence d'activité polluante en amont et du pouvoir d'auto-épuration du barrage.

Après traitement, l'eau du barrage de Taksebt sera sans aucun doute utilisée pour l'AEP.

A l'issue de ce travail, nous suggérons les perspectives d'avenir suivantes :

- Contrôle bactériologique et des ions ammonium plus régulier particulièrement durant les périodes de basses eaux ;
- Procéder à l'installation des systèmes d'épurations en amont du barrage à savoir des bassins de décantations pour les rejets domestiques ;
- Installation des grilles métalliques à chaque terminaison des ruisseaux ;
- Accélérer la mise en place des CET dans les communes des bassins versant du barrage à fin de contrôler d'une manière rigoureuse l'évacuation de lixiviat des décharges sauvages;
- Reboisement de zones fragilisées par l'érosion ;
- Mener un programme de sensibilisation des citoyens pour la préservation et la protection des bassins versants des infrastructures de rétention en eau.

Références bibliographiques

- AMINOT. A & CHAUSSEPIED. M, 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin CNEXO, Brest, p 395.
- ANCTIL, 2008 :** « L'eau et ses enjeux ». Editions de Boeck université.
- ANONYME, 2003 :** « Documentaire d'aide technique pour les normes directives et objectifs associés à la qualité de l'eau potable en Onarion ».
- ANONYME, 2007 :** « Consensus Scientifique sur les ressources en eau produite par le programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau » (ONU-Eau WWAP).
- ASSOULINE et ASSOULINE, 2007 :** « Géopolitique de l'eau : nature et enjeux ». Editions Studyrama perspectives
- BARROIN, 2003 :** «Gestion des risques. Santé et environnement : le cas des Nitrates, Phosphore, Azote et prolifération des végétaux aquatiques », Paris.
- BELAUD, 1996 :** « Oxygénation de l'eau en aquaculture intensive ». Cépadues-Ed, collection POLYTECH, 207P
- BLIFERT et PERRAUD, 2001 :** « Chimie de l'environnement. Air, eau , sols déchets , 1^{ère} édition , Paris .
- BOBIN et Al, 1963 :** « Encyclopédie de pléiade : zoologie, généralité, protozoaires, métazoaires » Tome I, librairie Guallimard.
- BRIERE, 2000 :** « Distribution et collecte des eaux » 2^{ème} édition, Ecole polytechnique du Montréal.
- CAPBLANCO, 1982 :** « Phytoplancton et production primaire », Ecologie du plancton des eaux continentale, collecte. Ecologie 16, Masson, Paris.
- CHAPMAN et KIMSTACH, 1996:** « Selection of water quality variables. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring» Chapman edition, 2nd ed. E&FN Spon, London.
- CHAUVALIER. H, 2007.** L'eau un enjeu pour demain
- CHOCAT, 1997:** «Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement ». Lavoisier.
- DEGREMENT, 1978:** « Mémento technique de l'eau » 8^{ème} édition, Paris.
- DELARRAS, 2000 :** « Microbiologie de l'environnement avec législation », édition Gaétan marin, Paris .
- DESJARDINS, 1997 :** « Le traitement de l'eau ». Editions de l'école polytechnique de Montréal. DOIN éditeurs, paris.

DUGUET J et al, 2006 : « Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine ». 1^{ère} édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'environnement).

DUPIEUX, 2004 : « Une proposition de protocole commun pour la description et le suivi des annexes hydrauliques du bassin du loir ».

DUSSART, 1966 : « Limnologie : Etude des eaux continentales », Ed Gauthier-Villars, Paris.
Elsevier Science B.V.

FRONTIER et PICHOD –VIALE ,1993 :« Ecosystème : structure, fonctionnement, évolution»,2^{ème} édition MASSON, Paris

GAID, 1988 : « Traitement des eaux potables : travaux dirigés et travaux pratiques», U.S.T.H.B

GAIHARD et al, 1995 :« Microbiologie générale. Les bactéries et le monde bactérien ». ©

HASLAY et LECLERQ, 1993 : « Microbiologie des eaux d'alimentation », © Technique et documentation Lavoisier, Paris.

HENRY et BEAUDRY, 1984 : « Chimie des eaux », édition le Griffions dargibe inc (Canada).

KETTAB, 2001 :« Les ressources en eau en Algérie : stratégie, enjeux et vision », édition

LEFEVRE, 1993 : «Les zones humides : espace en voie de disparition. In Actes du colloques sur les zones humides du littoral aquitain », Le Teich , septembre 1985, DRAE d'aquitaine.

MERABET. S, 2010 : Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et distribuées du barrage réservoir de beni Haroun. Mémoire de magister chimie analytique. Université mentouri de Constantine.

METAHRI, 2002 : Caractérisations de l'état de pollution et modélisation du pouvoir auto épurateur du Sebaou par la méthode du bilan d'oxygène et évaluation de la pollution par les nitrates. Thèse du magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

PLOUIDY, 1983 : « compte rendu de la mission en Belgique du 17 au 21 janvier 1983 .I.N.R.A dép.Hydrobiol, Jouy en Jasas.

POTELLON et al, 1998 : « Le guide des analyses de l'eau potable », édition de la lethe du cadre territorial.

RAMADE, 1998 : « Dictionnaire encyclopédique des Science de l'eau ».Edi science international, Paris.

REJSEK, 2002 : « Analyse des eaux : aspect réglementaires et techniques ».Edition centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine.

RODIER et al ,1984 : « L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer »,7^{ème} édition, DUNOD, Paris.

RODIER et al, 2009 : « L'analyse de l'eau », 9^{ème} édition.

RODIER, 2005 : « L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer »,8^{ème} édition, DUNOD, Paris.

SCHLUMERGER, 2002 : « Mémento de pisciculture d'étang »,4^{ème} édition CEMAGREF

THOMAS ,2006 : « caractéristiques physico- chimiques de l'eau »

VILAGINE ,2003 : « Eau,environnement et santé publique »,2^{ème} édition ,©Lavoisier.

Annexe I: Composition des milieux de culture utilisés

1. Tryptophane-Glucose- Extrait de levure-Agar (T.G.E.A):

-	Tryptophane	5g
-	Glucose	1g
-	Extrait de levure	2,5g
-	Gélose	15g
-	Eau distillée	1000 ml
-	pH: 7.21	
-	Autoclavage: 120°C pendant 15 minutes.	

2. Gélose lactosé au TTC et au Tergitol 7:

2.1. Milieu de base:

Lactose	20g
Peptone	10g
Extrait de levure	6g
Extrait de viande	5g
Bleu de bromothymol	0,05 g
Gélose	16g à 25 g
Eau distillée	1000 ml

Dissoudre les ingrédients dans de l'eau bouillante. Si nécessaire, ajuster le pH à l'aide d'une solution de carbonate de sodium (100g/l) ou d'hydroxyde de sodium (40g/l) ou d'acide chlorhydrique (36,5g/l) pour qu'après stérilisation il soit égal à $7,2 \pm 0,2$. Répartir le milieu dans des flacons de 100ml et stériliser à l'autoclave à $121^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 15min.

2.2. Solution TTC:

Chlorure de triphényl-2,3,5,tétrazolium (TTC)	0,05g
Eau distillée	100 ml

Dissoudre le TTC dans un peu d'eau et compléter pour obtenir 100ml. Stériliser par filtration sur membrane de porosité $< 0,2 \mu\text{m}$.

2.3. Solution de tergitol 7:

Tergitol 7	0,2g
Eau distillée	100 ml

Dissoudre le tergitol dans un peu d'eau et compléter pour obtenir 100 ml. Stériliser à l'autoclave à $121^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 15min.

2.4. Milieu Complet:

Milieu de base	100 ml
Solution TTC	5 ml
Solution de Tergitol	5 ml

Faire fondre le milieu de base et laisser refroidir à une température comprise entre 45 et 50°C . Ajouter les solutions de TTC et de tergitol aseptiquement, en mélangeant vigoureusement tout en évitant la formation de bulles après chaque addition. Répartir dans des boîtes de Pétri sur une hauteur d'environ 5mm. Si l'utilisation n'est pas immédiate, conserver à 4°C dans l'obscurité pendant 10 jours au maximum.

3. Gélose tryptonée au soja (TSA):

Digestat tryptique de caséine	15 g
Peptone de soja	05 g
Chlorure de sodium	05 g
Agar – agar	15 à 25 g / l

Stérilisation à 121°C pendant 15 minutes, répartition du milieu à raison de 225 ml par flacon.

Le pH final après stérilisation à 25°C est de $7,2 \pm 0,1$

4. Milieu indole mannitol: Schubert

-Tryptone	0,2g
-Sulfates de magnésium	0,7g
-Acide glutamique	0,2g
-Sulfates d'ammonium	0,4g
-Citrate de sodium	0,5g
-Chlorures de sodium	2,0g
-Mannitol	7,5g
-Eau distillée	500ml
-Tampon phosphaté	500ml

-pH: 7,2

-Autoclavage: $115^{\circ}\text{C}/10\text{mn}$.

5. Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol (B.C.P.L):

5.1. Double concentration:

-Extrait de viande de bœuf	6g
-Peptone	10g
-Lactose	10g
-Pourpre au bromocrésol	0,06g
-Eau distillée	1000ml
-pH: 6.7	
-Autoclavage: 120°C/mn	

5.2. Simple concentration:

-Extrait de viande de bœuf	3g
-Peptone	5g
-Lactose	5g
-Pourpre au bromocrésol	0,03g
-Eau distillée	1000ml
-pH : 6.7	
-Autoclavage: 120°C/20mn	

6. Bouillon lactosé au vert brillant (BLVB):

- Bile de bœuf déshydratée	20g
- Lactose	10g
- Peptone	10g
- Vert brillant	0,0133g
- pH: 7,2	
- Stérilisation à l'autoclave: 118°C pendant 15 min.	

7. Milieu SLANETZ et BARTLEY:

Tryptose	20 g
Extrait de Levure	05 g
Glucose	02g
Hydrogénophosphate dipotassique (K ₂ HPO ₄)	04g
Azoture de Sodium (NaN ₃)	0,4 g
Agar – agar	08 à 18 g

Eau distillée	1000 ml
---------------	---------

Dissoudre les ingrédients dans l'eau bouillante jusqu'à dissolution complète.

8. Gélose à la Bile, à l'Esculine et à l'Azoture (BEA):

Tryptone	17 g
Peptone	03 g
Extrait de levure	05 g
Bile de bœuf déshydratée	10 g
Chlorure de sodium (NaCl)	05g
Esculine	01g
Citrate d'ammonium ferrique	0,5 g
Azoture de sodium (NaN ₃)	0,15 g
Agar – Agar	08 à 10 g
Eau	1000 ml

Stérilisation à 121°C pendant 15 minutes, répartition du milieu à raison de 225 ml par flacon.

Le pH final après stérilisation à 25°C est de 7,2 ± 0,1.

9. Bouillon lactose à l'azide de sodium: milieu Rothe

9.1. Double concentration:

-Peptone	40g
-Glucose	10g
-Chlorures de sodium	10g
-Phosphate bipotassique	5,4g
-Phosphate monopotassique	5,4g
-Azide de sodium	0,4g
-Eau distillée	1000ml
-pH: 6.8-7	
-Autoclavage : 121°C/15mn	

9.2. Simple concentration:

-Peptone	20g
-Glucose	5g
-Chlorures de sodium	5g
-Phosphate bipotassique	2,7g

-Phosphate monopotassique	2,7g
-Azide de sodium	0,2g
-Eau distillée	1000ml
-pH: 6.8-7	
-Autoclavage: 120°C/15mn	

10. Bouillon glucosé à l'éthyle violet et azide de sodium: milieu Litsky

-Tryptone	20g
-Glucose	5g
-Chlorures de sodium	5g
-Phosphate bipotassique	2,7g
-Phosphate monopotassique	2,7g
-Azide de sodium	3g
-Ethyle violet	0,0005g
-Eau distillée	1000ml
-pH: 6.8-7	
-Autoclavage : 121°C/15mn.	

11. Gélose lactosée glucosée saccharose (TSI):

- Peptone de viande	5g
- Peptone de caséine	15g
- Extrait de levure	3g
- Chlorure de sodium	5g
- Citrate ferrique	0,5g
- Lactose	10g
- Thiosulfate de sodium	0,3g
- Saccharose	10g
- D(+) glucose	1g
- Rouge de phénol	0,024g
- Agar-agar	12g
- Eau distillée	1000 ml
- pH : 6,6.	

12. Gélose viande-foie:

- Base viande-foie	30g
- Glucose	2g
- Amidon	2g
- Sulfite de sodium	2,5g
- Sels de fer	0,5g
- Agar	11g
- pH avant autoclave: $7,7 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$.	
- Stérilisation à l'autoclave: $121 \pm 3^{\circ}\text{C}$ pendant 15min.	

13. Eau peptonée tamponnée (EPT):

- Peptone	10g
- Chlorure de sodium	5g
- Monohydrogénophosphate de sodium ($\text{Na}_2\text{HPO}_4, 12\text{H}_2\text{O}$)	9g
- Dihydrogénophosphate de potassium	1,5g
- Eau permutée	qsp 1000ml

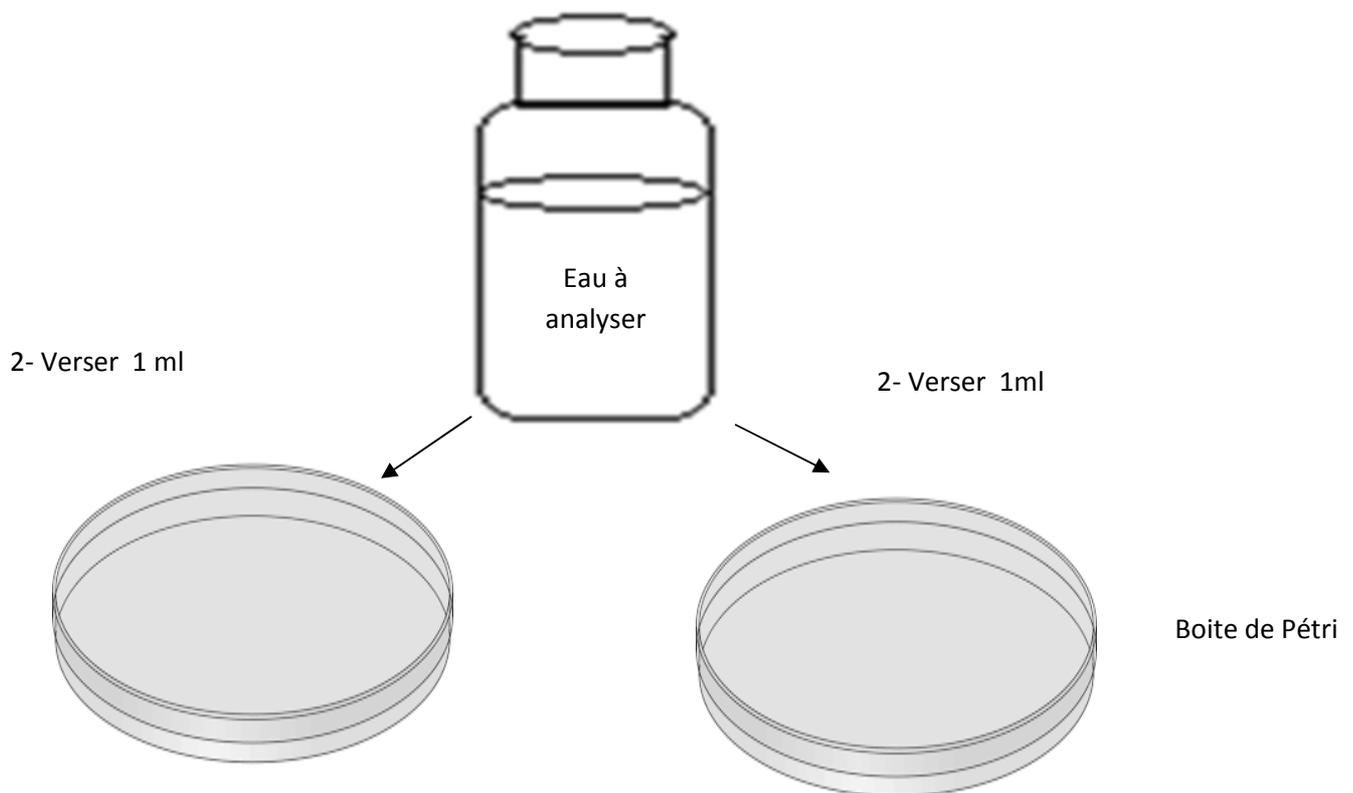
Dissoudre tous les composants dans l'eau par élévation de la température (sans porter à ébullition). Ajuster le pH à $7,2 \pm 0,1$, soit avec une solution d'hydroxyde de sodium, soit avec de l'acide chlorhydrique.

Répartir dans des bouteilles ou des tubes de culture, passer à l'autoclave à $121 \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 15 minutes.

Annexe II: Modes opératoires des analyses bactériologiques**1. Recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables à 22 et à 37°C**

❖ **Méthode** : Comptage des colonies par ensemencement en masse dans un milieu de culture nutritif gélosé

1- Agiter pour remettre en suspension d'une façon homogène des bactéries.



3- Ajouter environ 15 à 20 ml de gélose TGEA fondue.

4- Laisser refroidir sur pailleuse puis incubé à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ / 68 ± 4 heures.

5- Dénombrer le nombre de colonie (UFC /1ml).

3- Ajouter environ 15 à 20 ml de gélose TGEA fondue.

4- Laisser refroidir sur pailleuse puis incubé à $37 \pm 2^\circ\text{C}$ / 68 ± 4 heures.

5- Dénombrer le nombre de colonie (UFC /1ml).

2. Recherche et dénombrement des bactéries coliformes et des *Escherichia coli*

➤ Méthode par filtration:

a- Mode opératoire

La recherche des bactéries coliformes par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes :

Essai standard

- Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- Les refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si en dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane d'une porosité nominale de $0,45\mu$ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dispositif avec la pince correspondante.
- Déposer ensuite aseptiquement 100 ou 250ml d'eau à analyser, selon les types d'eaux à analyser, devant un bec bunsen
 - Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane
- Retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince à bouts arrondis stérile, sur la surface d'une plaque de gélose TTC préalablement préparée. Cette dernière sera incubée couvercle en bas à $36\pm 2^\circ\text{C}$ pendant 21 ± 3 heures voire 44 ± 4 heures et servira à la recherche des bactéries coliformes, suivi de l'identification biochimique des *Escherichia Coli*.

Essai rapide

Un deuxième test dit test rapide peut être effectué parallèlement à l'essai standard et dans les mêmes conditions. Il consiste à filtrer une seconde fois 100 à 250ml d'eau à analyser selon les types d'eau à analyser, devant un bec bunsen à travers une seconde membrane qui sera placée dans un premier temps sur une plaque de gélose TSA à la caséine à incuber couvercle en bas d'abord à $36\pm 2^\circ\text{C}$ pendant 4 à 5 heures puis transférer la membrane sur gélose TBA enrichie en sels biliaires à incuber à $44\pm 0,5^\circ$ pendant 19 à 20 heures. Cette méthode sert à la recherche sélective des *Escherichia coli*.

b- Lecture et interprétation

Essai standard :

Après la période d'incubation spécifiée, dénombrer les colonies caractéristiques qui se présentent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en jaune orangé ou en jaune (lactose positif).

Repiquer de façon aléatoire 5 à 10 colonies à des fins de confirmations basées sur le test à l'oxydase d'une part et la production d'indole d'autre part.

Examiner les membranes :

Dénombrer (le nombre C) toutes les colonies, quelque soit leur tailles, si après incubation à 35° ou à 37°c, elles présentent les caractéristiques suivantes :

Sur gélose lactosée au TTC et au tergitol 7, une coloration jaune, jaune orangée ou rouge brique avec un halo central sur le milieu situé sous la membrane.

Pour les bactéries coliformes la confirmation est basée sur la recherche de l'enzyme oxydase (ou la production de gaz en repiquant quelques colonies caractéristique dans de l'eau peptonée lactosée incubation à 35°C ou à 37 °C pendant 48 heures).

Pour les besoins de ce test, effectuer tout d'abord un repiquage sur gélose TSA à la caséine de 5 à 10 colonies à incuber à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 21 ± 2 heures, puis effectuer le test de l'une des façons suivantes :

- Imbiber un disque d'oxydase avec une goutte d'eau distillée stérile puis déposer une colonie caractéristique.
- Verser deux à trois gouttes du réactif à l'oxydase préparé extemporanément (Tétraméthyle-p-phénylènediamine) sur un papier filtre puis étaler dessus une partie de la culture. Dans les deux cas la réaction positive est immédiate et se traduit par un virage au bleu violet foncé.

Pour les E.Coli la confirmation est basée sur la production d'indole et sa mise en évidence.

Pour cela transférer chaque colonie caractéristique séparément (5 à 10) dans un tube contenant 3ml de bouillon au tryptophane.

Bien triturer la colonie dans le milieu puis incuber se dernier à $44 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 21 ± 3 heures puis rechercher la production d'indole en ajoutant deux à trois gouttes du réactif de kowacs, la coloration rouge à la surface du bouillon traduit la production d'indole à partir du tryptophane présent dan le milieu.

Note : L'utilisation d'un bouillon tryptosé au manitol, au laurylsulfate et au tryptophane permet de prouver à la fois la production de gaz et d'indole dans un seul tube à essai

Interprétation des tests de confirmation

Toutes les colonies ayant une réaction négative à l'oxydase sont des bactéries coliformes.

Toute les colonies ayant une réaction négative à l'oxydase mais positive à l'indole sont des E-Coli.

c- Expression des résultats

Calcul de la valeur **a** du nombre de bactéries coliformes ou des E.Coli : le résultat final sera exprimé selon l'équation mathématique suivante :

$$a = \frac{b}{A} \times c$$

b : nombre de colonies répondant positivement aux critères de test de confirmation.

A : nombre de colonies repiquées (5 à 10 colonies).

C : nombre total de colonies caractéristiques trouvées dans la boite.

Essai rapide

Après la période d'incubation spécifiée, transférer la membrane sur un papier filtre imbibé de réactif de kowacs puis l'irradier sous une lampe UV pendant 10 à 30 minutes.

Sont considérer comme des Escherichia coli, les colonies qui prennent une coloration rouge : à dénombrer.

Le nombre d'Escherichia coli sera rapporté à 100 ou 250 ml d'eau à analyser.

3. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

➤ Méthode par filtration sur membrane

a- Mode opératoire :

La recherche des entérocoques intestinaux ou streptocoques du groupe

« D » par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes :

- Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- Les refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si on en dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane d'une porosité nominale de $0,45\mu$ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dispositif avec la pince correspondante.
- Déposer ensuite aseptiquement 100 ou 250ml d'eau à analyser, selon les types d'eaux à analyser, devant un bec bunsen
 - Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane
- Retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince à bouts arrondis stérile, sur la surface d'une plaque de gélose Slanetz et Barteley préalablement préparée. Cette dernière sera incubée couvercle en bas à $36\pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 44 ± 4 heures.

Lecture et interprétation :

Après la période d'incubation spécifiée, les entérocoques intestinaux ou streptocoques du groupe « D » apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en rouge, marron ou rose.

Transférer aseptiquement la membrane du milieu Slanetz et Barteley sur une plaque de gélose Bile Esculine Azoture (BEA) préchauffée préalablement à 44°C . Cette dernière sera incubée à son tour à $44\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pendant 2 heures.

Les colonies caractéristiques prennent alors une coloration noire traduisant ainsi l'hydrolyse de l'esculine présente dans le milieu. Le produit final, la dihydroxy-6,7couramine se combine avec les ions fer (III) pour donner un composé de coloration foncée à noire qui diffuse dans le milieu. Compter le nombre de colonies et le rapporter à 100 ou 250 ml d'eau à analyser.

En complément, un essai à la catalase est effectué avec les colonies suspectes sur un milieu de confirmation solide.

Les colonies qui donnent une réaction à l'esculine positive et son catalase négative peuvent être considérées comme streptocoques fécaux.

Essai à la catalase

Déposer une goutte de solution de peroxyde d'hydrogène (solution à 30g/l) sur les colonies situées sur la gélose biliés à l'esculine et à l'azoture, le développement de bulles d'oxygène révèle des organismes catalase-positifs , seules les colonies catalase –positives doivent être dénombrées comme streptocoques fécaux.

4. Recherche et dénombrement des Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices et de Clostridium sulfito-réducteurs:

a- Mode opératoire :

La recherche des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes :

- Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse (le frité) à l'aide d'un bec bunsen
- Le refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si on en dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité nominale de **0,22µm** entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile
- Verser ensuite aseptiquement 100ml d'eau (d'échantillon), devant un bec bunsen
- Actionner la pompe à vide pour filtrer l'eau à travers la membrane
- Retirer l'entonnoir, enlever la membrane à l'aide de pinces stériles puis la placer dans une boîte de façon à ce que la face quadrillée adhère au fond de la boîte tout en évitant les bulles d'air sous le filtre
- Verser par la suite la gélose TSC, TSN ou à défaut gélose VF, fondue puis refroidie à $47\pm 1^{\circ}\text{C}$

Remarque : Si on utilise de la gélose VF, il faudrait au préalable chauffer l'eau à une température de 75°C pendant 15 minutes dans le but d'éliminer les formes végétatives.

- Après solidification sur pailleasse, cette boîte sera incubée couvercle en bas à $36 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 20 ± 4 heures puis 44 ± 4 heures.

b- Lecture et interprétation

Compter les colonies caractéristiques noires aussi bien après la première période d'incubation soit après 20 ± 4 heures qu'après la seconde période d'incubation soit après 44 ± 4 heures.

Rapporter le nombre total de colonies à 100 ml d'eau à analyser.

Résumé

L'eau est une ressource indispensable à la vie sur terre, sa rareté et son inégalité de distribution dans certains pays tel que l'Algérie fait recours aux eaux des barrages, c'est le cas du barrage de Taksebt de Tizi-Ouzou.

De nos jours, le bassin Taksebt est exposé aux différents types de pollutions dues essentiellement aux rejets domestiques sans aucun traitement préalable, ce qui nous a amené à effectuer des analyses physico-chimiques et microbiologiques des différents paramètres afin d'évaluer la qualité des eaux brutes du barrage.

L'examen analytique montre que les eaux brutes sont plus ou moins de bonne qualité, un simple traitement rendra ces eaux potables sans aucun danger pour la santé du consommateur.

Mots clés : l'eau brute, pollution, traitement, paramètres physico-chimiques et microbiologiques

Summary

Water is an essential resource for life on earth, its scarcity and unequal distribution in some countries, such as Algeria, uses the waters of dams, such as the Taksebt dam in Tizi-Ouzou.

Today, the Taksebt basin is exposed to the different types of pollution due mainly to domestic discharges without any prior treatment, which led us to carry out physico-chemical and microbiological analyzes of the various parameters in order to assess the quality of the raw water barrage.

The analytical examination shows that the raw water is more or less of good quality, a simple treatment will make these drinking waters without any danger to the health of the consumer.

Key words: raw water, pollution, treatment, physicochemical and microbiological parameters.