

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. M. OULHADJ - Bouira
Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département de Génie des Procédés



Mémoire

Présenté par

DJAFRI Ouarda
NOUARA Imane

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie de l'Environnement

Suivi et Contrôle de qualité de l'eau d'AIN
ZADA de la wilaya de Bordj Bouarriridj

Soutenu le 30 /06 / 2022

Devant le jury :

Mr AOUDJIT	Farid	MCA	UAMOB	Examineur
Mr BOUCELKHA	Ali	MCB	UAMOB	Examineur
EL HANAFI	Nawel	MCB	UAMOB	Encadrante
ARBIA	Leila	MCB	UAMOB	Co-Encadrante

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah tout puissant qu'il nous a guidé tout au long de nous vie, qu'il nous a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles, qu'il nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Tout d'abord, Nous tenons à remercier vivement notre encadrante Madame ELHANAFI et notre Co-encadrante Madame ARBIA d'avoir accepté de diriger ce travail et pour leurs précieux conseils et leurs encouragements durant le déroulement de ce travail..

Nous remercions à tous les enseignants du département de génie de procédés.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à la mémoire de ma cher grande mère Louiza

A Mon très cher Père : Djamel ; Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.

*A ma chère mère **nora** source de tendresse ;*

*A Mes très chères Frères : **Raid ; Amine et Abdelmouin** et
Sœurs : **Louiza et Amani***

A Mes très chers grands-pères à qui je souhaite une longue vie.

A Tous mes oncles paternels et maternels

*A toute la famille : **Djafri et Malek***

*A ma chère ami (e) : **Hdjila***

*A tous mes profs et surtout ma promotrice madame **ELHANAFI***

*Tout et toute personne qui à rencontrer et aimer **OVARDA** un jour*

En fin ; à celui qui lire ce document.

Dédicace

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tout simplement que : Je dédie...

*A **Mon très cher Père** : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.*

*A **Ma Mère** : Tu représentes pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.*

*A l'homme de ma vie **mon mari**, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir.*

*A **Mon frère** : Ilyes*

*A **Mes sœurs** : Asma, Rahma, Manel*

*A tous les membres de famille : **NOUARA** et **FENICHE** petits et grands.*

*A **Ma chère binôme** « warda » et à toute sa famille*

*A **Mes professeurs** et **Ma promotrice** **EL HANAFI***

Liste des figures :

Figure II. 01 : Localisation de la zone d'étude(ANB).....	(20)
Figure II.02 : Prélèvement.....	(22)
Figure II.03 : Appareil de mesure du PH.....	(23)
Figure II.04 : Appareil de mesure de la turbidité.....	(23)
Figure II.05 : Appareil de mesure de la conductivité.....	(24)
Figure II.06 : Noir ériochrome.....	(25)
Figure II. 07 : Le titrage.....	(25)
Figure II. 08 : Murixide	(25)
Figure II.09 :Titrage.....	(25)
Figure II.10 :Solution de chromate de potassium.....	(26)
Figure II.11 : Solution de Nitrate d'argent.....	(26)
Figure II.12 : Titrage	(26)
Figure II.13 : La solution vire jaune rougeâtre.....	(26)
Figure II.14 : La rampe de filtration	(30)
Figure II.15 : membrane cellulosique	(30)
Figure II.16 : Etuve (37 C°, 44C°, 22C°)	(31)
Figure II.17 : Boite pétrie +gélose.....	(31)

Liste des tableaux

- Tableau I.1** : Classes de turbidités usuelles (NTU, néphélobimétrie turbidité unit)...(05)
- Tableau I.2** : Relation entre dureté de l'eau et concentration équivalente en CaCO₃.....(10)
- Tableau I.3** : Les maladies à transmission hydrique.....(18)
- Tableau II.1** : Caractéristiques techniques du barrage Ain-Zada. (ANB BBA).....(21)
- Tableau III.1** : Les normes algériennes de potabilité.....(33)
- Tableau III.2** : Les résultats d'analyse de Nitrate.....(39)
- Tableau III.3** : Comparaison entre la valeur moyenne de chaque paramètre avec ça norme algérienne..... (43)

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

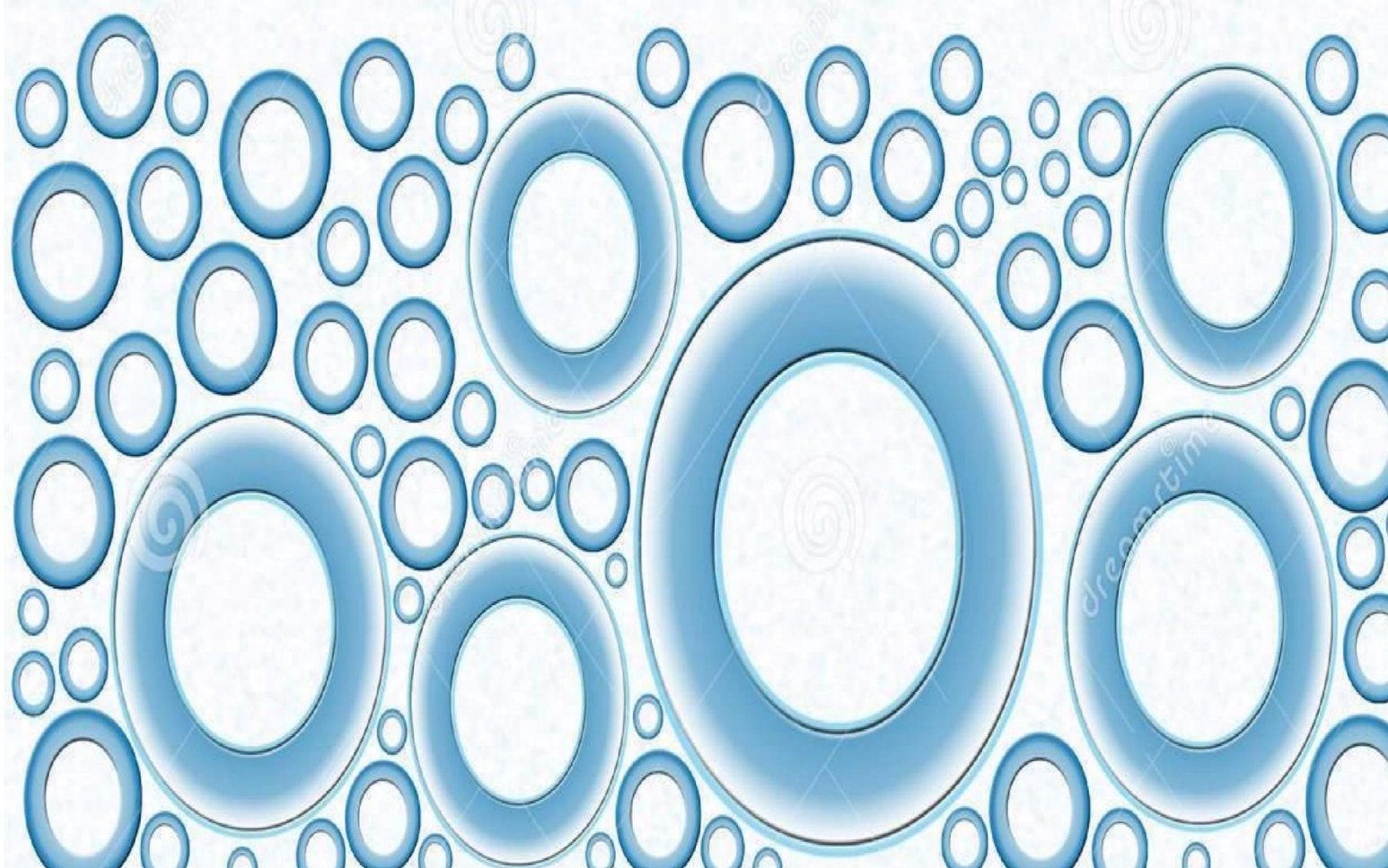
Introduction générale

I-1. Définition	2
I-2-Qualités générales des eaux de diverses sources d'approvisionnement	2
I-2-1.Eaux d'atmosphérique	2
I-2-2. Eaux de surfaces	2
I-2-3. Eaux souterraines	3
I-2-4.Eaux de mer	3
I-3. Les paramètres de qualité d'une eau de consommation	3
I-3-1. Les paramètres organoleptiques	3
I-3-1-1.La couleur	3
I-3-1-2.Odeur	3
I-3-1-3.Gout et Saveur	4
I-3-2. Les paramètres physico-chimiques	4
I-3-2-1.La température	4
I-3-2-2.Le potentiel d'hydrogène (pH)	4
I-3-2-3.La conductivité électrique (CE).....	4
I-3-2-4.L'oxygène dissous (O ₂).....	5
I-3-2-5.Matière en suspension (MES).....	5
1-3-2-6.La turbidité.....	5
I-3-2-7.La salinité	6
I-3-3. Les paramètres de pollution	6
I-3-3-1.Ammonium (NH ₄ ⁺).....	6
I-3-3-2.Nitrites (NO ₂ ⁻).....	6
I-3-3-3.Nitrates (NO ₃ ⁻).....	7
I-3-3-4.Phosphore (PO ₄ ⁻³)	7
I-3-3-5.Matières organiques.....	8
I-3-4. Minéralisation globale	8
I-3-4-1.Calcium (Ca ²⁺).....	8
I-3-4-2.Le magnésium (Mg ²⁺)	8
I-3-4-3.Sodium (Na ²⁺).....	8

I-3-4-4.Potassium (K^+).....	9
I-3-4-5.Chlorures (Cl^-)	9
I-3-4-6.Les Sulfates (SO_4^{2-}).....	9
I-3-4-7.Alcalinité	9
I-3-4-8.Dureté	10
I-3-5. Les paramètres indésirables	10
I-3-5-1.Aluminium (Al^{3+})	10
I-3-5-2.Fer (Fe)	10
I-3-6. Les paramètres de toxicité	11
I-3-6-1.Arsenic.....	11
I-3-6-2.Cadmium	11
I-3-6-3.Pesticides	12
I-3-6-4.Plomb.....	12
I-3-7. Les paramètres bactériologiques.....	12
I-3-7-1. Les coliformes totaux	12
I-3-7-2. Les coliformes fécaux.....	13
I-3-7-3. Escherichia coli.....	13
I-3-7-4. Streptocoques fécaux.....	13
I-3-7-5. Clostridium sulfito-réducteurs.....	13
I-3-7-6. Les Germes totaux	14
I-4. Traitement des eaux de surface	14
I-4-1. Clarification	14
I-4-2. La filtration	14
I-4-3.Floculation / coagulation.....	15
I-4-4.Décantation	15
I-4-5. Désinfection	15
I-5-1. Pollution de l'eau	16
I-5-2. Type de pollution	16
I-5-2-1.La pollution industrielle.....	16
I-5-2-2.La pollution domestique	17
I-5-2-3.La pollution agricole.....	17
I-5-3.Les conséquences de la pollution des eaux.....	17
I-5-3-1.Sur la santé.....	17
I-5-3-2.Sur l'écologie.....	18
I-5-3-3.Sur L'esthétique.....	18
Introduction.....	19
II-1-Historique de l'Ade	19

II-1-1.Missions de l’ADE	19
II-1-2.Situation géographique du barrage d’Ain-Zada	19
II-2.Matériels	22
II-3.Méthodologies.....	22
II-3-1-Echantillonnages	22
II-3-1-1-Prélèvement.....	22
II-3-1-2.Méthodes d'analyses physicochimiques	23
II-3-1-3.Les paramètres volumétrique	24
II-3-1-4.Les paramètres de pollution	27
II-3-1-5.MINERALISATION GLOBALE	29
II-3-1-6.Les paramètres indésirables	29
II-3-1-7.Méthodes utilisée pour l’analyse bactériologique	30
Introduction.....	32
III-1. Les normes algériennes	32
III-1-1.La réglementation Algérienne	32
III-1-2.Norme de potabilité des eaux de consommation.....	32
III-1-3.Objet et domaine d’application	32
III.2-Paramètres physico-chimiques et organoleptique	34
III.2-1 Turbidités.....	34
III-2-2.pH.....	35
III-2-3.Conductivité	36
III-3.Paramètres de pollution	37
III-3-1. Ammonium.....	37
III-3-2 Nitrite	38
III-3-3 Nitrate.....	39
III-3-4.Phosphore	40
III-4.La minéralisation globale	40
III-4-1. Sodium	40
III-4-2.Sulfates	41
III-5.Les paramètres indésirables.....	42
III-5-1.Le fer	42
III-6.Comparaison la valeur moyenne de chaque paramètre avec la norme algérienne et internationale :	43
III-7.Analyse bactériologique	44
Conclusion	

Introduction



Introduction Générale

L'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, l'eau est une richesse nécessaire à toutes activités humaines, c'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques, il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur les ressources en eaux existantes ainsi que sur leur qualité. L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, elle se congèle à 0 C° et devient vapeur au-delà de sa température d'ébullition (100 C°). La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces derniers produisent une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. De nombreux travaux se sont aussi rapportés sur l'étude des différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité et la pollution des eaux [01]. Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. En Algérie, l'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture en Irrigation et l'industrie [02]. Ces dernières années, la qualité des eaux est devenue une opération majeure et obligatoire, afin de protéger l'environnement et la santé des êtres vivants ou l'exploiter pour la consommation humaine ou l'utilisation industrielle. Pour cette raison dans ce travail nous allons étudier la qualité physico-chimique et bactériologique dans la wilaya BORDJ BOU ARRIRIDJ. Cette étude est répartie comme suit :

Après une introduction, une première partie théorique a été consacrée aux généralités sur les eaux, et ce en montrant leurs caractéristiques organoleptiques, physicochimiques et bactériologiques.

Une deuxième partie réservée à la présentation des matériels et des méthodes mis en œuvre dans ce travail.

Une troisième partie détaille la discussion des résultats obtenus ainsi que leur interprétation, suivie par une conclusion générale.

I-1. Définition

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

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 [3].

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 pas 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 tous autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ;
- Etre conforme aux limites de qualité définis par les normes.

I-2-Qualités générales des eaux de diverses sources d'approvisionnement

I-2-1.Eaux d'atmosphérique

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine. Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous. Comme les sels de magnésium et de calcium : elles sont donc très douces. Dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être contaminées par des poussières atmosphériques [18].

I-2-2. 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 [18].

I-2-3. Eaux souterraines

Les eaux qui ne sont ni ré-évaporées, ni retournées à la mer par ruissellement, s'infiltrent dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines. La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappes [4].

La qualité des eaux souterraines peut être excellente, détériorée naturellement (turbidité épisodique et micro-organismes, fer et manganèse, ammonium, arsenic, sélénium, fluor, dureté...), ou encore détériorée par des activités d'origine anthropique (nitrates, pesticides, solvants chlorés, additifs pétroliers ou autres micropolluants) [21].

I-2-4. Eaux de mer

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Les eaux de mer sont caractérisées par leurs concentrations en sels dissous ; c'est ce qu'on appelle leur salinité. La salinité de la plupart des eaux de mer varie de 33 000 à 37 000 mg / L [18].

I-3. Les paramètres de qualité d'une eau de consommation

I-3-1. Les paramètres organoleptiques

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, turbidité et odeur) constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé.

I-3-1-1. La couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité [5].

I-3-1-2. Odeur

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme :

- L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.
- La qualité de cette sensation particulière est provoquée par chacune de ces substances [5].

I-3-1-3. Gout et Saveur

- ✓ Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lors de la boisson est dans la bouche.
- ✓ La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs [5].

I-3-2. Les paramètres physico-chimiques

I-3-2-1. La température

C'est un facteur important pour l'activité biologique, il influence la solubilité de l'oxygène du milieu récepteur, donc son pouvoir auto-épurateur [6]. La température de l'eau dépend d'une série de facteurs :

- ✓ Situation géographique,
- ✓ La saison,
- ✓ La profondeur (la température des profondeurs est généralement plus faible qu'en surface),
 - ✓ La couleur de l'eau (une eau sombre absorbe plus fortement la chaleur),
 - ✓ Le volume de l'eau (plus le volume est élevé moins importantes sont les fluctuations de température) [7].

I-3-2-2. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenue dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acidité carbonique, et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates [8].

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

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. L'unité de mesure de la

conductivité est siemens/cm (s/cm) : $1\text{ S/m} = 104\mu\text{S/cm} = 103\text{ S/m}$. La minéralisation de l'eau (teneur globale en espèces minérales) peut entraîner selon les cas, un gout salé (variable selon la nature des sels présents), une concentration de la corrosion, et les dépôts dans les tuyauteries (entartrage) [9].

I-3-2-4.L'oxygène dissous (O₂)

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau [11].

I-3-2-5.Matière en suspension (MES)

Les matières en suspension contenues dans les eaux résiduaires constituent un paramètre important qui marque généralement le degré de pollution. Ce sont des matières qui ne sont ni colloïdales, ni solubilisées et peuvent être organiques ou minérales. La présence des matières en suspension, diminue la concentration en oxygène dissous, ce qui rend les activités des micro-organismes faibles et par conséquent diminution du phénomène d'autoépuration [13].

1-3-2-6.La turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité de l'eau a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses ou organiques, micro-organismes...), étant souvent liée à des phénomènes pluviométriques dans les eaux superficielles et dans certaines eaux souterraines (nappes peu profondes).

La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre. Et sont exprimées en unités et correspondent à une mesure optique de passage de lumière. D'autres unités comparables sont employées, l'unité néphéométrique de turbidité ou NTU [9].

Tableau I.01 : Classes de turbidités usuelles (NTU, néphélogétrie turbidité unit) [9].

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU>50	Eau trouble

I-3-2-7. La salinité

C'est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans 1L d'eau. Elle s'exprime en g par Kg d'eau. Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés positivement) et d'anion (ions chargés négativement) régulièrement disposés dans l'espace. Globalement, un cristal ionique est électriquement neutre.

Chaque solide ionique cristallin possède une formule statistique qui indique la nature et la proportion des ions présents sans en mentionner [12].

I-3-3. Les paramètres de pollution**I-3-3-1. Ammonium (NH_4^+)**

L'azote ammoniacal est toxique pour la vie aquatique. Le critère de toxicité n'est pas fixe mais variable selon le pH et la température. Dans les eaux naturelles, l'azote ammoniacal provient principalement du lessivage des terres agricoles ainsi que des eaux usées d'origine municipale et industrielle[28].

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

Les nitrites peuvent être rencontrés dans l'eau, mais à des doses faibles. Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte, cependant l'interprétation définitive des résultats, il sera nécessaire de tenir compte des teneurs en nitrates, en azote ammoniacal, en matières organiques et de l'examen bactériologique. Il est important de signaler que les eaux en contact avec certains terrains et certaines conduites peuvent contenir des nitrites indépendamment de toute souillure. On trouve aussi quelquefois des nitrites non liés à une pollution dans les eaux pauvres en oxygène (Sondages profonds.). Leur présence a été signalée dans les eaux de pluie et dans les eaux provenant de la fonte des neiges. Ils sont aussi susceptibles de se former sous l'action de bactéries et à des températures élevées à partir des chloramines créées au cours de la désinfection par réaction sur l'ammoniaque. Du point de vue de la toxicité, il faut retenir que les nitrites peuvent avoir une action méthémoglobinisante comme pour les nitrates. L'O.M.S sans indiquer de valeur, préconise que la teneur en nitrites de l'eau de boisson est nettement

inférieure à 1 mg/L. Au cours de la décontamination microbienne de l'eau, 0,1 mg/L de NO_2^- en N détruit presque immédiatement 0,5 mg/L de chlore libre [10].

I-3-3-3.Nitrates (NO_3^-)

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. Sauf cas particulier, les teneurs en nitrates des eaux de distribution sont peu élevées : par contre, en zone rurale, certains puits peuvent avoir des concentrations importantes. Depuis quelques années, il a été observé une élévation de la teneur en nitrates des eaux souterraines et superficielles de certaines régions, celles-ci est souvent liée au développement des élevages, à une fertilisation excessive des zones agricoles par des engrais, les fientes et fumiers divers et les boues de stations d'épuration. Bien que les nitrates n'aient pas d'effets toxiques directs, le fait qu'ils puissent donner naissance à des nitrites conduits à une toxicité indirecte ; en ce qui concerne la toxicité à long terme, il n'a jamais été observé de phénomène de cancérogénèse avec ces deux types de sels.

Aux U.S.A et au Europe, il a été reconnu que l'eau chargée en nitrate employée pour la préparation des biberons de lait en poudre était susceptible de faire apparaître chez les nourrissons une cyanose liée à la formation de méthémoglobine. Cette intoxication, provoquée par l'absorption de petites doses de nitrates, est en réalité due aux nitrites formés par réduction des nitrates sous l'influence d'une action bactérienne. Cette réduction ne se produit pas chez l'enfant et chez l'adulte car elle est contrôlée par l'acidité du suc gastrique. Par contre, dans l'estomac du nourrisson, le liquide gastrique insuffisamment acide, surtout chez les sujets diarrhéiques, permet la prolifération de bactéries réductrices de nitrates en nitrites [10].

I-3-3-4.Phosphore (PO_4^{3-})

Le phosphore existe sous forme minérale ou ions phosphates (PO_4^{3-}) 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 0,5 mg/L doivent constituer un indice de pollution [30].

I-3-3-5. Matières organiques

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous des sous l'influence des microorganismes. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui pourrait être exacerbé par la chloration.

Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique. Leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium en milieu acide et en milieu alcalin. Les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieur à 1 mg/L [10].

I-3-4. Minéralisation globale**I-3-4-1. Calcium (Ca^{2+})**

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Est un composant majeur de la dureté totale de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogencarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure etc. Les eaux de bonne qualité renferment de 250 à 350 mg/L les eaux qui dépassent les 500 mg/L présente de sérieux inconvénient pour les usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières [14].

I-3-4-2. Le magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium est plus abondant après le calcium par rapport au sodium et au potassium. Le magnésium peut avoir deux gains : les calcaires dolomitiques qui libèrent le magnésium par dissolution, en présence du gaz carbonique. La dissolution du MgSO_4 des terrains gypseux du trias situé au Sud [17].

I-3-4-3. Sodium (Na^{2+})

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 [24].

I-3-4-4.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 [29].

I-3-4-5.Chlorures (Cl^-)

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux [8].

I-3-4-6.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 [25]. Les teneurs en sulfate 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.

I-3-4-7.Alcalinité**➤ Titre alcalimétrique (TA)**

La teneur en hydroxyde (OH^-), est la moitié de la teneur en carbonate CO_3^{2-} et un tiers environ des phosphates présents [16].

➤ Titre alcalimétrique complet (TAC)

Il correspond à la teneur en ions OH^- , CO_3^{2-} et HCO_3^- pour des pH inférieurs à 8.3, la teneur en ions OH^- et CO_3^{2-} est négligeable ($TA=0$), dans ce cas la mesure de TAC correspondant au dosage des bicarbonates seuls [16].

I-3-4-8. Dureté

La dureté de l'eau est due à la présence de calcium et dans une moindre mesure, de magnésium. On l'exprime généralement en quantité équivalente de carbonate de calcium.

Tableau I.02 : Relation entre dureté de l'eau et concentration équivalente en CaCO_3

Dureté de l'eau	Concentration en mg/L
Eau douce	0 à 60
Eau moyennement douce	60 à 120
Eau dure	120 à 180
Eau très dure	plus de 180

Une dureté supérieure 200 mg/L peut provoquer l'entartrage CaCO_3 (excès calcaire) du système de distribution et entraîner une consommation excessive de savon avec formation d'écume. La concentration du calcium dans l'eau de consommation n'est pas généralement élevée par rapport au besoin journalier (2 g/j) [15].

I-3-5. Les paramètres indésirables**I-3-5-1. Aluminium (Al^{3+})**

L'aluminium très répandu sur la terre, il vient par ordre d'importance après l'oxygène et la 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 $\text{Al}(\text{OH})_3$ qui se dissout sous forme d'aluminate [30]. A des concentrations supérieures à $30\mu\text{g/L}$ l'aluminium, l'eau peut être considérée comme dangereuse lorsqu'elle est utilisée pour la dialyse rénale [31].

I-3-5-2. Fer (Fe)

Les eaux de surface peuvent contenir jusqu'à quelque mg/L de fer ayant pour origine la lixiviation des terrains traversés ou les pollutions industrielles ; dans les eaux de distribution, il provient le plus souvent de la corrosion des conduites d'aménages ou de l'emploi de sels de fer pour les traitements de coagulation-floculation, en particulier dans le cas d'une mauvaise maîtrise des opérations.

Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau ; il précipite à la suite du dégagement de l'anhydride carbonique et par oxydation à l'air. Suivant les cas, il pourra exister en solution à l'état colloïdal, sous forme de complexes organiques ou minéraux, l'eau de distribution ne devrait pas avoir une teneur en fer supérieure à 0,05 mg/L [33].

I-3-6. Les paramètres de toxicité

I-3-6-1. Arsenic

Sa présence dans l'environnement et par voie de conséquence dans l'eau est à relier à un certain nombre de pollutions : rejets d'eaux résiduaires industrielles, traitement de minerais arsenicaux (cuivre...), combustion du charbon ou de déchets, dépôts de résidus industriels, utilisation d'engrais phosphatés, d'herbicides, d'insecticides et de détergents (les eaux de blanchisserie peuvent en contenir quelques microgrammes par litre).

L'arsenic est employé dans la métallurgie (alliages) et en électronique (fabrication des semi-conducteurs). Les dérivés arsenicaux sont utilisés dans les tanneries (sulfure d'arsenic), dans les fabrications de peintures, de fleurs artificielles, de papiers peints, pour la coloration des verres et de la céramique, etc. ainsi qu'en agriculture (anticryptogamiques, raticides, etc. L'intoxication arsenicale a été mise en cause pour des cancers cutanés.

Les traitements habituels de floculation des eaux, et en particulier les traitements par le chlorure ferrique précédés d'une oxydation par le chlore ou par l'ozone, peuvent permettre d'éliminer une grande partie de l'arsenic présent dans l'eau brute [33].

I-3-6-2. 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 ménagères 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 protéines par les urines (protéinurie) et provoque des dysfonctionnements urinaires chez les personnes âgées [33].

I-3-6-3.Pesticides

Appelés aussi « produits phytosanitaires », ce 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. Leur dosage direct n'est pas réalisable ; est nécessaire de précéder préalablement à une concentration et à une séparation [33].

I-3-6-4.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. Il peut être présent sous forme de carbonates (cérosite), de phosphates ; mais surtout de sulfure (galène) [33].

Le plomb ne constitue pas un élément essentiel pour l'organisme humain. Sa présence dans notre organisme peut même, à partir de certaines doses, provoquer des troubles de santé.

I-3-7. Les paramètres bactériologiques

I-3-7-1. Les coliformes totaux

Les coliformes regroupent un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant à la famille des Entérobactériaceae qui sont aérobies et anaérobies facultatives à Gram négatif, en forme de bâtonnets capables de fermenter le lactose (le mannitol) et produisant des colonies foncées à reflets vert métallisé en moins de 24 heures, à 37°C sur un milieu Endo contenant du lactose.

On les retrouve fréquemment dans l'environnement, par exemple dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains. Les coliformes totaux n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique que

la source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles [23].

I-3-7-2. Les coliformes fécaux

Les coliformes fécaux ou coliformes thermotolérants correspondent à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques) des coliformes après incubation à 44°C. Ils se définissent également comme étant des bactéries aérobies et anaérobies facultatives à gram négatif, en forme de bâtonnet ils sont des indicateurs d'une contamination d'origine fécale récente [27].

I-3-7-3. Escherichia coli

Le terme E. coli présumée correspond à des coliformes thermotolérants qui produisent de l'indole à partir de tryptophane à 44°C. La détection de ces bactéries peut être une indication de la présence d'autres microorganismes, comme les bactéries, les virus et les protozoaires, pouvant entraîner des maladies, dont la plus courante est la gastroentérite. Bien qu'elle soit souvent bénigne, elle peut parfois avoir des conséquences graves sur la santé [26].

I-3-7-4. Streptocoques fécaux

Ces bactéries appartiennent à la famille de Streptococcaceae, au genre Streptococcus. Ils sont définis comme étant des cocci sphériques légèrement ovales, à Gram positifs. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développent le mieux à 37°C, ils possèdent le caractère homofermentaire avec production de l'acide lactique sans gaz. 'Non sporulées' aéro- anaérobies facultatives [32].

Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fecées animales, ou se concentrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une contamination fécale.

I-3-7-5. Clostridium sulfito-réducteurs

Clostridium sulfito-réducteurs est souvent utilisé comme des témoins de contamination fécale. La forme spore est beaucoup plus résistante que les formes végétatives.

Le genre bactérien regroupant des bacilles de Gram positif, anaérobies stricts. Pour la plupart mobile en général par l'intermédiaire de flagelles péris triches. Leur présence indique une contamination ancienne [33].

I-3-7-6. Les Germes totaux

Les germes totaux sont des germes aérobies mésophiles qui se développent dans un environnement aérobie à 22 C° pendant 72 heures ou 37 C° pendant 24 heures. Certains d'entre eux sont anaérobies facultatifs. D'une manière générale, leur dénombrement est utilisé comme indicateur de pollution et également comme indicateur d'efficacité de traitement [34].

I-4. Traitement des eaux de surface

I-4-1. Clarification

La clarification est l'ensemble des opérations permettant d'éliminer les matières en suspension (MES) d'une eau brute ainsi que la majeure partie des matières organiques. La clarification comprend les opérations de coagulation, floculation, décantation et filtration [46].

I-4-2. La filtration

La filtration est un procédé destiné à clarifier un liquide qui contient des MES en faisant passer à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire. En effet, il subsiste de très petites particules présentes à l'origine dans l'eau brute ou issues de la floculation. La rétention de ces particules se déroule à la surface des grains grâce à des forces physiques. La plus ou moins grande facilité de fixation dépend étroitement des conditions d'exploitation du filtre et du type de matériau utilisé.

L'espace inter granulaire définit la capacité de rétention du filtre. Au fur et à mesure du passage de l'eau, cet espace se réduit, le filtre se colmate. Les pertes de charge augmentent fortement. Il faut alors déclencher le rétro lavage. Une biomasse se développe sur le matériau filtrant. Elle peut efficacement réduire le taux d'ammonium de l'eau brute par la nitrification. La filtration permet une élimination correcte des bactéries, de la couleur et de la turbidité [35].

I-4-3.Floculation / coagulation

L'opération de coagulation-floculation a pour but la croissance des particules (qui sont essentiellement colloïdales) par leur déstabilisation puis formation de flocs par absorption et agrégation.

a. Coagulation : Le mot coagulation vient du latin coagulare qui signifie « agglomérer ». La coagulation consiste à ajouter à l'eau un réactif permettant la déstabilisation des particules en suspension par la neutralisation de leurs charges négatives qui sont à l'origine du maintien en suspension stable.

b. Floculation : La floculation est le processus de grossissement et d'uniformisation des petits flocons formés lors de l'introduction du coagulant. Elle a pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules colloïdales déstabilisées et leur agglomération, pour accroître son volume, sa masse et sa cohésion.

I-4-4.Décantation

La décantation est utilisée dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux. C'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau. Elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée [22].

I-4-5. Désinfection

La désinfection est un traitement pour éliminer les micro-organismes pathogènes, bactéries, virus et parasites ainsi que la majorité des germes banals moins résistants. C'est le moyen de fournir une eau bactériologiquement potable, tout en y maintenant un pouvoir désinfectant suffisamment élevé pour éviter les reviviscences bactériennes dans les réseaux de distribution.

L'eau potable, selon les normes, contient toujours certains germes banals, tandis que l'eau stérile ne contient aucun. La désinfection est une post-oxydation. En eau potable, elle est assurée par des oxydants chimiques tels que le chlore Cl_2 , le dioxyde de chlore ClO_2 , l'ozone O_3 et dans un certain nombre de cas, par un procédé physique comme le rayonnement UV. La désinfection des eaux résiduaires est obligatoire dans certaines zones de baignade ou de conchyliculture [35].

I-5-1. Pollution de l'eau

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers les ressources agricoles, en eau et autres produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède, les possibilités récréatives du milieu ou encore en enlaidissant la nature. Les charges polluantes contenues dans les eaux résiduaires ont des origines diverses. Le rejet de ces eaux dans le milieu naturel est la principale pollution qui affecte nos cours d'eaux et plus généralement tout le milieu naturel. Ces substances polluantes peuvent avoir différentes origines [19].

I-5-2. Type de pollution**I-5-2-1. La pollution industrielle**

Elle constitue les déchets liquides obtenus lors de l'extraction et de la transformation de matières premières en produits industriels. Les eaux résiduaires proviennent principalement de l'eau consommée dans de nombreuses opérations de fabrication par voie humide, comme par exemple : la précipitation, le lavage, le nettoyage des appareils, les ateliers, les filtrations, les distillations, etc.

Les effluents industriels peuvent causer des pollutions organiques (industries agroalimentaires, papeteries), chimiques (tanneries, usines textiles...) ou physiques (réchauffement par les centrales thermiques, matières en suspension des mines ou de la sidérurgie). Ils sont responsables de l'altération des conditions de clarté et d'oxygénation de l'eau, pouvant aussi causer l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, pesticide, radioactivité).

La pollution peut aussi être due à l'infiltration de produits toxiques mal entreposés, à des fuites dans les réservoirs ou à des accidents lors du transport de matières dangereuses menant à des concentrations dans les eaux qui peuvent aisément atteindre 1g/L. Elle constitue les déchets liquides obtenus lors de l'extraction et de la transformation de matières premières en produits industriels.

I-5-2-2.La pollution domestique

Les eaux domestiques proviennent des différents usages domestiques. Elles constituent une pollution organique et sont souvent considérées, à tort ou à raison, comme biodégradables et donc ayant peu d'impact sur l'environnement. Les eaux usées se répartissent en eaux vannes, et en eaux ménagères qui ont pour origine les cuisines et les salles de bains et qui peuvent être chargées de détergents de graisses ou encore de solvants. Ainsi, certains polluants chimiques, plus ou moins persistants, comme les résidus médicamenteux, les cosmétiques ou encore les produits de traitement des eaux de piscines peuvent se retrouver dans ces eaux [20].

I-5-2-3.La 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.

I-5-3.Les conséquences de la pollution des eaux**I-5-3-1.Sur la santé**

De très nombreuses maladies sont provoquées par des micro-organismes pathogènes contenus dans l'eau (virus, bactéries, protozoaire...). A ces infections s'ajoutent de multiples maladies liées à des parasites dont le cycle de développement nécessite de l'eau. Ces maladies s'accompagnent d'une perte d'éléments nutritifs qui aggrave l'état de mal nutrition dont souffrent déjà les populations exposées [36].

Tableau I.03 : Les maladies à transmission hydrique

Maladies	Agents pathogènes	Extension mondiale
Maladies diarrhéiques	Très divers : virus, bactéries, protozoaires (amibe)	Responsables de la mort de 4 millions d'enfants par an
Poliomyélite	Poliovirus	Frappe 250 000 personnes par an
Maladie du sommeil	Protozoaire : trypanosome	trypanosome 35 millions d'individus exposés 20 000 victimes par an en Afrique
Paludisme	Protozoaire : plasmodium	Tue 1 million d'enfants par an
Bilharzioses	Vers plats : schistosomes	200 millions d'individus
Onchocercose	Vers ronds : filaire	20 millions d'individus atteints

I-5-3-2. Sur l'écologie

Elle se traduit par la dégradation du milieu biologique, en comparant l'état du milieu pollué par rapport au milieu non pollué. Les conséquences écologiques sont à considérer à travers la réduction des potentialités d'exploitation du milieu (pêche, aquaculture, tourisme,...) à court et à long terme [37].

I-5-3-3. Sur L'esthétique

Ce sont les conséquences les plus perceptives, qui perturbent l'image d'un milieu (bouteilles plastiques ou de goudron rejeté sur une plage). On peut inclure aussi les problèmes d'égouts de l'eau [37].

Introduction

Le présent chapitre consiste à présenter la région d'étude ensuite le matériel et les méthodes d'analyse, utilisés en vue d'examiner la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau d'Ain Zada. Les essais de caractérisations ont été effectués au niveau de laboratoires d'ADE.

II-1-Historique de l'Ade

L'Algérienne des Eaux (ADE) est un établissement public national à caractère industriel et commercial doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il a été créé par le décret exécutif n° 01-101 du 27 Moharrem 1422 correspondant au 21 Avril 2001. L'établissement est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, son siège social est fixé à Alger. L'ADE est également chargé de procéder à la maintenance préventive et la remise à niveau des infrastructures d'assainissement.

Visant l'efficacité du point de vue technique, économique et environnemental, pour atteindre ses objectifs elle s'est proposée de développer les moyens humains et matériels et d'introduire de nouvelles technologies, pour y arriver elle assure la formation continue à son personnel.

II-1-1.Missions de l'ADE

La mission principale est la surveillance de la qualité de l'eau distribuée ; ainsi que de faciliter toute action visant à économiser cette dernière, notamment par l'amélioration des réseaux de transferts et de distribution. L'introduction de toute technique de préservation de l'eau, cet objectif sera atteint avec la mise en place de nouvelles technologies et le développement des moyens humains et matériels existants ; la lutte contre le gaspillage grâce aux campagnes d'information, qui servent à sensibiliser les usagers quand à cette ressource qui tend à se raréfier.

II-1-2.Situation géographique du barrage d'Ain-Zada

Est situé dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj à 25 km à l'ouest de Sétif et à 40 km à l'est de B.B. Arreridj (fig II.01). Il est implanté dans la commune d'Ain-Taghrout sur l'Oued Boussellam (direction Sud-Nord) au niveau de la jonction avec l'Oued Ain-Taghrout à l'ouest, l'Oued Kharoua au Nord-est et l'Oued Malah au Sud-est. C'est un barrage en remblai de type en enrochement avec un noyau central en argile, de 55 m de hauteur, Il est

doté d'un évacuateur de crues sans organes de réglage et d'un coursier à ciel ouvert sur l'un des côtés de la digue. Le barrage de Ain zada permettra actuellement d'emmagasiner un volume d'eau de 121,400 mm³ régularisant ainsi un volume 50 mm³ par an, afin d'assurer les besoins en eau potable et industrielles des populations des villes en rapide expansion de la région notamment les villes de Sétif, Bordj Bou-Arreidj, El Eulma et Bouгаа et d'autre commune. (ANB).



Figure II. 01 : Localisation de la zone d'étude(ANB).

❖ **Les caractéristiques techniques du barrage**

Les caractéristiques techniques du barrage Ain-Zada sont décrites dans le tableau suivant :

Tableau II-01 : Caractéristiques techniques du barrage Ain-Zada. (ANB BBA).

Wilaya	Bordj bouarriridj
Commune	Ain Taghrout
Les oueds	Oued Boucellam. Kharwaa. Taghrout
Déversoir	Saut de ski
Type de barrage	En terre
Surface de bassin	Versant 2080km ² (boisé et agricole)
Capacité initiale	125.000 million m ³
Envasement annuel	0,240 million m ³
Cote retenue	Retenue normale 855 m
Bathymétrie septembre 2004	121,400 million m ³
Capacité utile	106,400 million m ³
m3 Altitude de plus hauteaux (PHE)	864,20 m
Destination AEP	Ville : Sétif, el Eulma, BBA
Surface PHE	1920 ha
Volume PHE	261,200 mm ³
Cote minimale	828,12 m
Volume (cote minimale)	0,001 mm ³
Surface (cote minimale)	0,1 ha
Apport moyenne annuelle	79 mm ³
Volume (cote minimale)	0,001 mm ³
Surface (cote minimale)	0,1 ha
Apport moyenne annuelle	79 mm ³
Evaporation moyenne annuelle	10 mm ³
Percolation moyenne annuelle	6 mm ³
Déversement moyenne annuelle	27 mm ³
Volume régularisé	50 mm ³
Année de mise en eau	Novembre 1985
Début de travaux	1981, 1986

II-2.Matériels

Le matériels utilisé pour réaliser ce travail est décrit en (annexe : 1).

II-3.Méthodologies

II-3-1-Echantillonnages

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physicochimiques et microbiologiques de l'eau d'AIN ZADA, les analyses microbiologiques et physicochimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de l'ADE unité de BBA. L'étude de qualité de l'eau comporte trois étapes :

- Prélèvement, échantillonnage.
- Analyse.

II-3-1-1-Prélèvement

Les échantillons sont prélevés dans des flacons en verre stériles de 250 ml. Des flacons propres de 1,5 litre sont utilisés pour les analyses physiques, chimiques et microbiologiques. 3 échantillons sont prélevés sur chaque site. Il précise la date et l'heure du prélèvement et la température de l'eau au lieu étudié.

La source à travers un grand tuyau de la pompe qui permet de remplir directement les flacons et les bouteilles.



Figure II.02 : Prélèvement

❖ **Condition de transport**

L'analyse doit être effectuée le plus rapidement possible en transférant les échantillons dans des glacières entre 4 et 6°C.

II-3-1-2.Méthodes d'analyses physicochimiques

❖ **Mesure du pH**

La mesure du pH est effectuée par un pH mètre électronique de marque relié à une électrode en verre. L'électrode est introduite dans l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé.



Figure II.03 : Appareil de mesure du pH

❖ **Mesure de la turbidité**

La turbidimétrie permet de déterminer des informations visuelles sur l'eau, et est réalisée avec un turbidimètre à l'aide de cuves en verre propres et bien sèches remplies d'eau à analyser.



Figure II.04 : Appareil de mesure de la turbidité.

❖ **Mesure de la conductivité**

La mesure de la conductivité a été réalisée à l'aide d'un conductimètre. Elle est déterminée après rinçage de l'électrode, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un

réceptif contenant de l'eau à examiner, faire la mesure en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée. Le résultat de conductivité est donné en ($\mu\text{S}/\text{cm}$).



Figure II.05 : Appareil de mesure de la conductivité.

II-3-1-3. Les paramètres volumétrique

❖ Détermination de la dureté totale (Titre hydrotimétrique TH)

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. La dureté est encore appelée la dureté calcique et manganésienne ou consommation de savon. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en CaCO_3 . Elle est aussi très souvent donnée en degrés français ($^{\circ}\text{F}$).

Mode opératoire

1. Introduire 50 ml d'eau à analyser dans une fiole.
2. Ajouter 5 ml de solution NH_4OH à (pH : 10) et quelques gouttes du noir d'eriochrome.
3. Verser la solution d'EDTA jusqu'au virage au bleu vert.
4. Vérifier que la coloration ne change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA. Soit V le volume de solution d'EDTA versé.

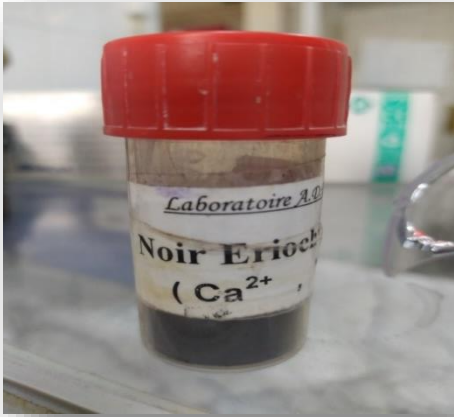


Figure II.06 : Noir eriochrome.



Figure II. 07 : Le titrage

❖ **Dosage de Calcium (Ca^{2+})**

Mode opératoire

- ✓ Placer 10 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer,
- ✓ Verser 4 ml de NaOH et pincée Muruxide à 0.5%,
- ✓ Titrer avec de solution EDTA à jusqu'à virage violet.



Figure II. 8 : Murixide



Figure II. 9 : Titrage de Calcium

❖ **Détermination de Magnésium (Mg^{2+})**

La différence entre la dureté totale et la dureté calcique donne directement la dureté magnésienne de l'eau analysée.

$$\text{TH} = \text{TCa}^{2+} + \text{TMg}^{2+}, \quad \text{TMg}^{2+} = \text{TH} - \text{TCa}^{2+} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)$$

❖ Dosage des Chlorures (Cl⁻)

Mode opératoire

- ✓ Placer 50 ml d'échantillon dans erlenmeyer
- ✓ Ajouter 2 goutte de K₂CrO₄ (Chromate de potassium)
- ✓ Titrer la solution avec AgNO₃ à 0.02N jusqu'à ce que la solution vire au jaune rougeâtre qui est le point de fin de titrage.

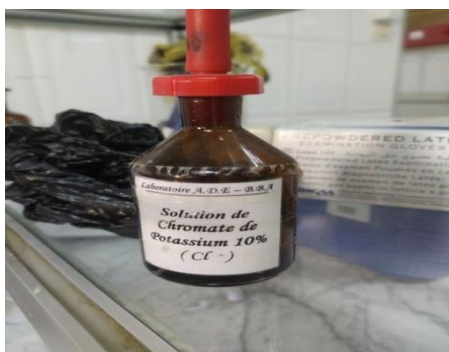


Figure II.10 : Solution de chromate de potassium

Figure II. 11 : Solution de Nitrate d'argent

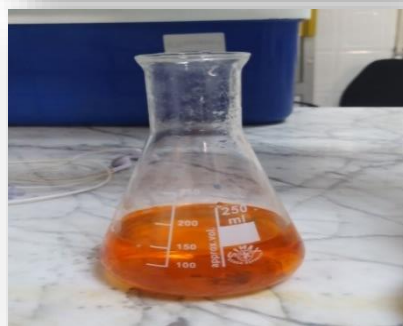


Figure II.12 : Titrage de chlorure

Figure II.13 : La solution vire jaune rougeâtre

II-3-1-4. Les paramètres de pollution

❖ **Dosage des nitrates NO₃⁻**

Mode opératoire

- Introduire 40 ml des échantillons à analyser,
- Ajouter 1ml de réactif des nitrates Salicylate de Sodium et 2ml d'acide Sulfurique,
- Laisser environ 15 min,
- Faire la lecture au spectromètre à la longueur d'onde de 420nm.

Expression des résultats

$$[\text{NO}_3^-] \text{ (mg/L)} = \text{La valeur lue} * 4.43$$

❖ **Dosage des ions nitrites NO₂⁻**

Mode opératoire

- ✓ Prendre 40 ml d'eau à analyser,
- ✓ Ajouter 1 ml de réactif coloré,
- ✓ Homogénéiser immédiatement en faisant tourbillonner et compléter à 50ml, laisser reposer 20min,
- ✓ Effectuer les lectures à la spectrophotométrie à la longueur d'onde de 560 nm.

Expression des résultats

Le résultat donné à la teneur en azote nitreux N-NO₂ exprimée en mg/L pour obtenir la teneur en nitrite NO₂⁻, multiplier ce résultat par 3,29 :

$$[\text{NO}_2^-] = \text{T} * 3.29$$

T : La teneur en azote nitreux N-NO₂

❖ **Dosage de l'ammonium NH₄⁺**

Mode opératoire

- ✓ Prendre 40ml l'eau à analyse dans une fiole jaugée de 50 ml,
- ✓ Ajouter 4ml du réactif coloré(I),

- ✓ Homogénéiser bien la solution,
- ✓ Ajouter 4ml de la solution de réactif (II),
- ✓ Compléter jusqu'à 50 ml avec de l'eau distillée,
- ✓ attendre au moins 1heure,
- ✓ Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 655nm.

Expression des résultats

Les résultats donné la tenure en azote ammoniacal exprimée en mg/L pour obtenir en NH_4^+ en multiplier ce résultat par 1,28.

$$[\text{NH}_4^+] = \text{TNH}_4^{+*} 1.28$$

TNH_4^+ : Tenure en azote ammoniacal.

❖ Dosage des ions ortho phosphates PO_4^{3-} **Mode opératoire**

- Prendre 40 ml d'eau à analyse,
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique,
- Agiter bien la solution,
- Ajouter 2 ml du réactif mixte,
- Compléter jusqu' à 50 ml avec de l'eau distillée,
- Attendre 10 min,
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 880 nm.

Expression des résultats

Le résultat donné la teneur en phosphore exprimée en mg /L, pour obtenir la teneur en ortho phosphates PO_4^{3-} , multiplier le résultat par 3,06

$$[\text{PO}_4^{3-}] = \text{T} * 3.06$$

T : La teneur en phosphore,

II-3-1-5. MINERALISATION GLOBALE**❖ Dosage du calcium Ca^{2+}**

Les ions calcium sont titrés avec une solution l'E.D.T.A à un PH entre 12 et 13 l'indicateur forme un complexe rouge avec le Ca^{2+} .

Mode opératoire

- Prendre 50 ml de l'échantillon dans un erlenmeyer de 100ml.
- Ajouter 2ml de NaOH à 2N
- Ajouter du Muriate (0,2g) puis mélanger.
- Titrer immédiatement avec l'E.D.T.A (verser lentement) jusqu'au virage violet. La couleur ne doit pas changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'E.D.T.A. Les résultats sont exprimés en mg/L.

$$[\text{Ca}^{2+}] = 8 * V.$$

V : Le volume de titrage EDTA.

❖ Détermination sulfates SO_4^{2-}

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

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \text{La valeur lue} * 5$$

II-3-1-6. Les paramètres indésirables**❖ Dosage du Fer****Mode opératoire**

1. Ajouter à 40 ml d'eau à analyser 1ml de chlorhydrate d'hydroxylamine (mélanger soigneusement),
2. 2 ml de tampon d'acétate et 2 ml de phénantroline,
3. Compléter à 50 ml.

4. Laisser environ 15 min
5. Mesurer l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre avec une longueur d'onde de 510 nm.

II-3-1-7.Méthodes utilisée pour l'analyse bactériologique

Pour l'eau destinée à la consommation humaine on a deux méthodes : la méthode de la membrane filtrante, et la méthode de l'incorporation en gélose.

❖ Recherche et dénombrement des coliformes

La recherche des germes révivifiants 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.

❖ Méthode de filtration sur membrane

- ✓ Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse (en ouvrant le robinet pour aspirer la flamme) et le réservoir,
- ✓ Laisser refroidir,
- ✓ Prélever une membrane de son emballage à l'aide d'une pince (flambée et refroidie),
- ✓ Poser la membrane sur la plaque poreuse de la rampe de filtration,
- ✓ Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser,
- ✓ Verser stérilement la quantité d'eau désirée (100ml),
- ✓ Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler
- ✓ Dès que la membrane paraît sèche enlever le réservoir et prélever la membrane avec Une pince stérile,
- ✓ Déposer la membrane sur le milieu sélectif (gélose ENDO),
- ✓ Incuber à 37°C pendant 24 heures le couvercle vers le bas.



Figure II.14 : La rampe de filtration **Figure II.15 :** membrane cellulosique



Figure II.16 : Etuve (37 C°, 44C°, 22C°) **Figure II.17 :** Boite pétrie +gélos

Introduction

Ce chapitre a pour but d'interpréter et discuter les résultats obtenus lors de la réalisation de ce travail. Pour confirmer qu'une eau est potable, il faut qu'on réalise plusieurs d'analyses sur le Plan physico-chimique que bactériologique. Notre travail consiste à déterminer la potabilité de l'eau de la wilaya de BBA.

Nous avons suivi la qualité de l'eau ; les analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'unité de l'ADE (Algérienne des eaux), et cela durant la période allant de 25/01/2022 à 10/04/2022 jours.

III-1. Les normes algériennes**III-1-1.La réglementation Algérienne**

Ces textes sont tirés du journal officiel de la république Algérienne (N°3517-Aoul Safar 1419/27 Mai 1998).

III-1-2.Norme de potabilité des eaux de consommation

Les normes déterminant une eau potable ont été fixées par le décret N° 14-96 du 04 Mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif N° 11-125 du 22 Mars 2011 définissant la qualité de l'eau de consommation humaine. Il fixe les valeurs limites et indicatives des paramètres à contrôler [36].

La norme Algérienne NA 6360-1992 est inspirée des normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) relatives aux eaux et des normes prescrites dans les directives de la communauté Économique Européenne (CEE). (ANNEXE : 2)

III-1-3.Objet et domaine d'application

La présente norme a pour objet de fixer les spécifications organoleptiques, bactériologiques, physico-chimiques et toxicologiques des eaux destinées à la consommation [39].

En Algérie une eau de consommation doit répondre aux normes les plus strictes de potabilités qui sont illustrées dans le tableau III.1 :

Tableau III. 1 : Les normes algériennes de potabilité

Paramètres organoleptiques	Unités	Normes NA	Minéralisation Globale	Unités	Normes NA	
Couleur	Unité p/c	15	Calcium	mg/L	200	
Odeur	S/p à 25°C	04	Magnésium	mg/L	/	
Goût	S/p à 25°C	04	Sodium	mg/L	200	
Paramètres physicochimiques	Unités	Normes NA	Potassium	mg/L	12	
PH	/	6.5-8.5	Chlorures	mg/L	500	
P-rédox	Mv	/	Sulfate	mg/L	400	
Conductivité	µs/cm	2800	Bicarbonates	mg/L	/	
Température	°C	/	Carbonate	mg/L	/	
Turbidité	NTU	0.5	Dureté totale	mg/L CaCO ₃	500	
Oxygène dissous	mg/L	/	Dureté permanente	mg/L CaCO ₃	/	
Salinité	%0	/	Titre alcalin	mg/L CaCO ₃	500	
CO ₂ libre	mg/L	/	Titre alcalin complet	mg/L CaCO ₃	/	
Résidu sec à 105°C	mg/L	1500	Eléments Indésirables	Unités	Normes NA	
MES à 105°C	mg/L	00	Fer total	mg/L	/	
TDS	mg/L	/	Fer (Fe ²⁺)	mg/L	0.3	
Paramètres de pollution	Unités	Normes NA	Aluminium	mg/L	0.05	
Ammonium	mg/L	0.5/	Fluor	mg/L	1.5	
Nitrites	mg/L	0.2	Paramètre bactériologiques	Unités	Normes NA	
Nitrates	mg/L	50	Microorganismes révivifiables	à 22°C	UFC/ml	100
Phosphore	mg/L	05		à 37 °C	UFC/ml	10
Ortho-Phosphates	mg/L	/	Coliformes totaux :	55/100ml	/	
Mat-Org- Acide	mg/L	05	CTT (E-Coli) :	05/100ml	/	
DBO ₅	mg/LO ₂	/	Streptocoque s fécaux :	06/100ml	/	
DCO	mg/LO ₂	/	Anaérobies sulfitoréducteurs	00	S/100ml	/
			Test de chlore	Mg/1	/	0.2-0.6

III.2-Paramètres physico-chimiques et organoleptique

Pour ce point, nous avons réalisé quelques analyses physicochimiques de certains paramètres. Ils sont liés avec les caractéristiques naturelles de l'eau : le pH, la conductivité, la température, les chlorures, les sulfates...

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, turbidité et odeur) constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé.

III.2-1 Turbidités

La turbidité est un des paramètres indicateurs de la contamination microbiologique de la ressource et peut témoigner de dysfonctionnement dans les installations de traitement et de distribution. La turbidité d'une eau est due également à la présence des matières en suspensions finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matières organiques etc...

Les résultats obtenus pour de la turbidité sont représentées sur la (Figure III.1) suivante :

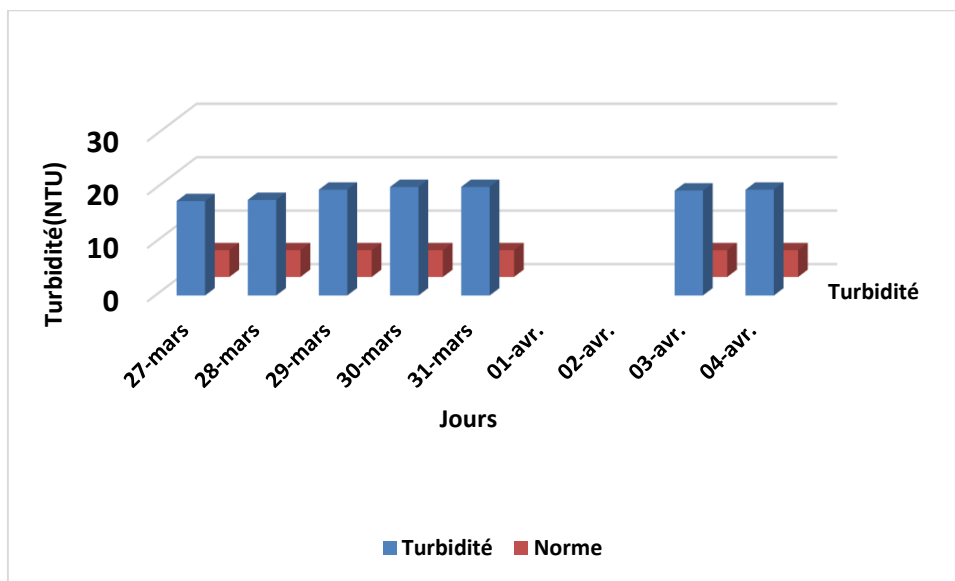


Figure III.1 : Variation de la turbidité.

Les eaux analysées présentent une turbidité qui varie de 17.88 NTU à 20.30 NTU avec une moyenne de 18,59 NTU. Les résultats concernant les mesures de la turbidité ont montré que tous les valeurs de ce paramètre sont élevés et dépassent les normes nationales et internationales fixée à 5 NTU sauf. Ce résultat pourrait s'expliquer par la présence des matières en suspensions (colloïdes) qui rendre la turbidité élevée.

Par conséquent, le risque principal pour la santé est lié à la présence de micro-organismes qui se fixent sur les matières en suspension et sont alors protégés de l'action du désinfectant les colloïdes responsables de la turbidité peuvent protéger les bactéries des oxydants qui traduit le trouble de l'eau dû aux matières en suspension [38].

Dans le réseau, une turbidité élevée de l'eau révèle les problèmes suivants :

- 1- Précipitation de fer, aluminium ou manganèse, due à une oxydation dans le réseau.
- 2- Précipitation lente de CaCO_3 (ou parfois hydroxydes de magnésium), due à un mauvais ajustement du pH à l'usine de traitement.
- 3- Une corrosion importante.
- 4- Une fuite de matières dans la filière de filtration de l'usine de traitement (on dit que les filtres sont « percés »), des précipités formés par l'effet de post-floculation dans le réseau (effort persistant du flocculant et polymérisation non achevée) dégradent la qualité organoleptique de l'eau et conditionnent la prolifération de microorganismes

III-2-2.pH

Le pH est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité ; le pH des eaux destinées à la consommation publique est un paramètre très important car il agit sur le goût et l'efficacité des procédés de traitement (coloration, coagulation...etc.) ainsi que sur les phénomènes de corrosion, agressivité et entartrage des canalisations. Les résultats d'analyses effectués et illustrés sur la figure III.2

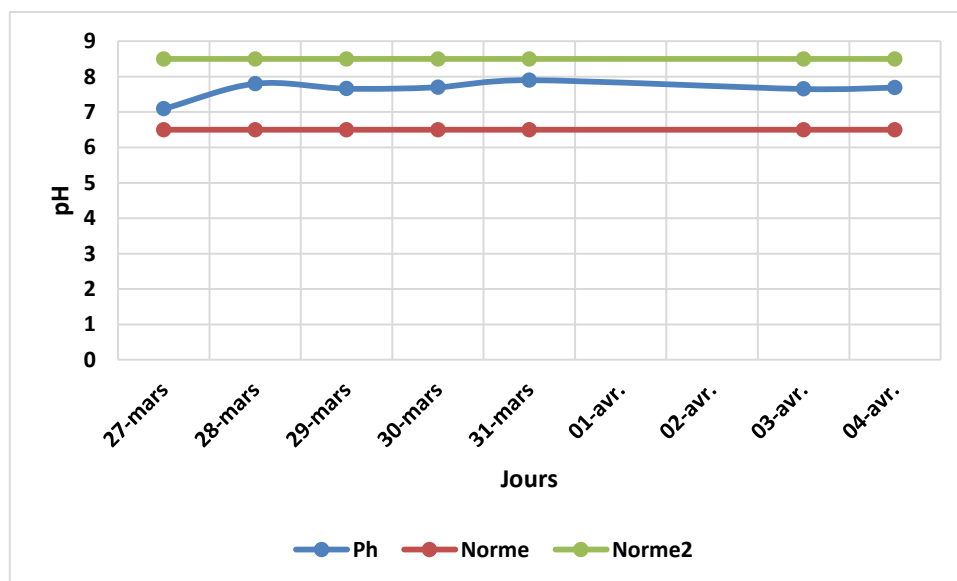


Figure III.2 : Variation de pH.

Une eau acide peut poser des problèmes de corrosion, peut libérer les métaux constitutifs des canalisations à savoir (Plomb, fer, nickel.....) et peut constituer indirectement une menace à la santé de consommateur. Une eau basique peut entraîner des problèmes de gout et de consommation accrue de savon [42].

Le pH peut varier le long de la distribution du fait d'une évolution de la concentration de CO₂ dissous, ou bien parce que l'eau traitée n'était pas forcément à l'équilibre calcocarbonique en sortie de station [43].

Le pH mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Le traitement de l'eau potable peut modifier sensiblement le pH qui contrôle l'action de désinfectant (chlore) [41].

Les valeurs relatives de pH enregistrés durant notre étude sont situent entre [7.09-7.90] avec une moyenne de 7.44, la variance des teneurs en pH des eaux étudiées ne présentent pas une différence hautement significative.

L'analyse de ces eaux et dévoilé que le pH est proche de la neutralité, dans l'ensemble des points d'eau, ses valeurs ont été dans les normes édictées par la réglementation nationale et internationale (pH varie de 6.5 à 8.5).

III-2-3. Conductivité

Elle se mesure en μS (micro siemens) ; Elle indique la quantité totale des sels dissous. Si la conductivité est élevée le goût de l'eau sera normalement salé $2\,000\mu\text{S}/\text{cm}$; Des effets néfastes sur la santé sont à craindre à partir d'une valeur de $3\,400\mu\text{S}/\text{cm}$; En plus une haute conductivité indique la possibilité de la présence à un niveau important des ions dangereux à la santé et de la corrosivité de l'eau [40].

Les valeurs de la conductivité électrique des points d'eau de la région d'étude sont représentées sur la figure III.3 :

Selon [33], la conductivité permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La classification des eaux en fonction de la conductivité se présente de la manière suivante :

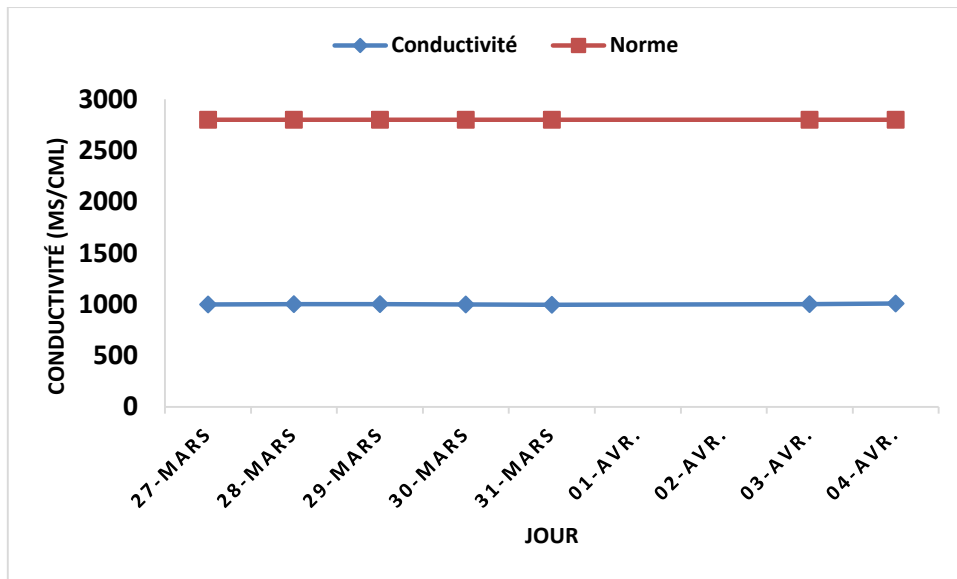


Figure III.3 : variation de conductivité

- 0-100 $\mu\text{S/cm}$: Minéralisation très faible,
- 100-200 $\mu\text{S/cm}$: Minéralisation faible,
- 200-333 $\mu\text{S/cm}$: Minéralisation moyenne accentuée,
- 333-666 $\mu\text{S/cm}$: Minéralisation accentuée,
- 666-1000 $\mu\text{S/cm}$: Minéralisation importante,
- >1000 $\mu\text{S/cm}$: Minéralisation élevée [41].

Les valeurs de la conductivité enregistrées dans notre travail varient entre 995 et 1010 $\mu\text{S/cm}$. Toutes les valeurs de la conductivité enregistrées sont inférieures à celle donnée par la norme algérienne (2800 $\mu\text{S/cm}$), donc, les eaux sont donc moyennement minéralisées.

La conductivité électrique dépend des charges de matière organique endogène et exogène, génératrice de sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé

III-3. Paramètres de pollution

III-3-1. Ammonium

Les résultats obtenus à partir des analyses d'ammonium des eaux de différents points d'échantillonnage de la station d'Ain zada sont représentés dans la figure III.4 :

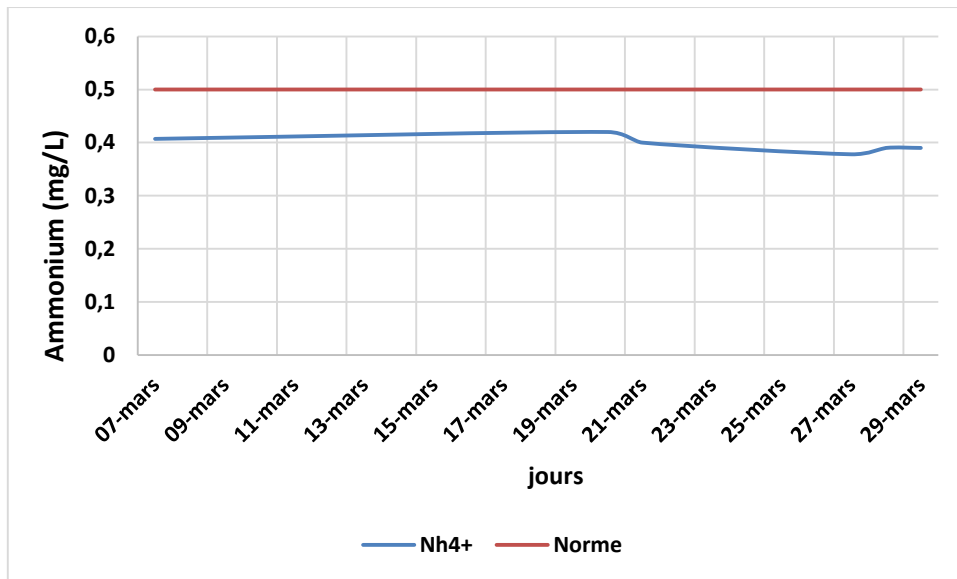


Figure III.4 : Résultats de variation de l'ammonium

Les résultats obtenus à partir des analyses d'ammonium des eaux de différents points d'échantillonnage sont représentés dans la figure III.4, ces résultats varient entre 0.378 et 0.42 mg/L. Les teneurs en Ammonium des eaux analysées sont acceptables et répondent aux normes de potabilité nationales et internationales (0.5 mg/L).

Selon [44] les ions Ammonium des eaux superficielles peuvent avoir pour origine naturelle par la décomposition des déchets végétaux et animaux, ils se transforment assez rapidement en nitrite et en nitrate par oxydation. Donc la teneur en azote ammoniacal dans les eaux superficielle est normalement faible (< 0.2 mg/L). L'élimination des ions Ammonium de l'eau est réalisée par deux types de procédés :

- Physico-chimique : en utilisant le chlore qui va former des chloramines avec l'ammonium, puis avec des doses plus fortes va détruire les chloramines.
- Biologique : en utilisant de bactéries nitrifiantes se développant sur un support et qui vont utiliser les ions ammonium pour leur métabolisme et les oxyder en nitrates par un processus de nitrification [44].

III-3-2 Nitrite

Dans la station étudiée et comme il est indiqué sur la figure III.5, les teneurs en Nitrite varient entre 0.55 mg/L et 0.65 mg/L. Ces valeurs dépassent les normes nationales et internationales (0.2 mg/L).

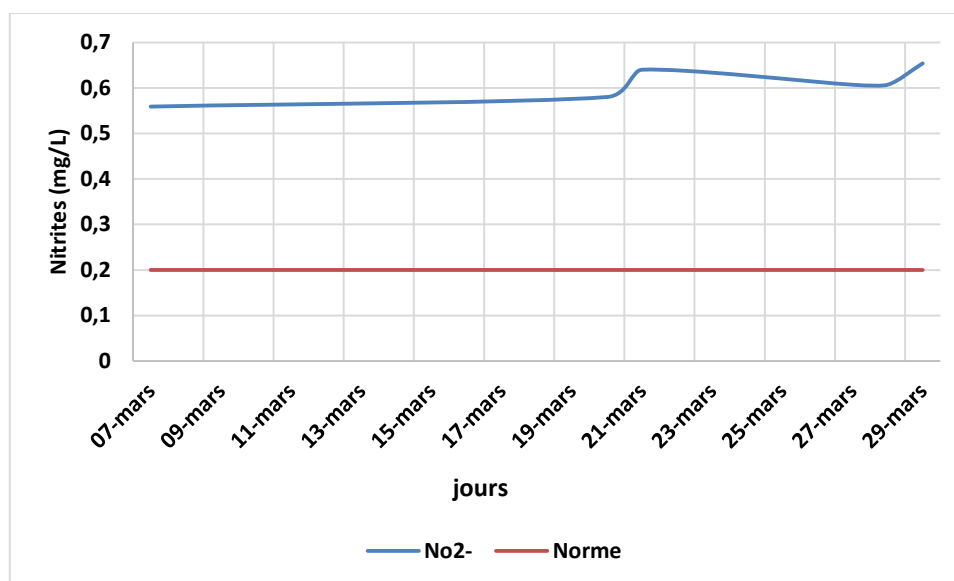


Figure III.5 : Les résultats d'analyses de nitrites.

La présence des Nitrites dans l'eau en quantité importante dégrade la qualité de ce dernier et pourrait affecter la santé humaine. La toxicité liée aux Nitrites est très significative en raison de leur pouvoir oxydant. Il faut retenir que les Nitrites peuvent avoir une action méthémoglobinisante comme cela est indiqué à propos des nitrates [33], [45].

Selon [33] les Nitrites pouvant apparaître comme sous-produits lors de la chloration de l'eau, cette disposition permet de maintenir la chloration tout en garantissant un niveau adéquat de protection pour les consommateurs.

III-3-3 Nitrate

Les résultats d'analyses effectués pour les nitrates sont représentés dans le tableau III.2 suivant :

Tableau III. 2 : Les résultats d'analyse de Nitrate

Jours	21/03/2022	28/03/2022	29/03/2022
Nitrate (mg/l)	3.07	3.11	3.03

D'après les résultats obtenus, la valeur des nitrates varie entre 3.03 mg/L à 3.07 mg/L, donc les résultats ne dépassent pas les normes Algériennes et internationales de 50 mg/L, donc la qualité de l'eau dans la région est acceptable.

III-3-4.Phosphore

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol ; leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Les eaux de surface peuvent souvent être contaminées par des rejets domestiques, agricoles ou industriels. Le phosphore existe à l'état minéral ou organique. Chaque fraction peut être séparée analytiquement en orthophosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique.

L'analyse de la présence des phosphates a été également étudiée. Les résultats effectués sont illustrés sur la figure III.6,

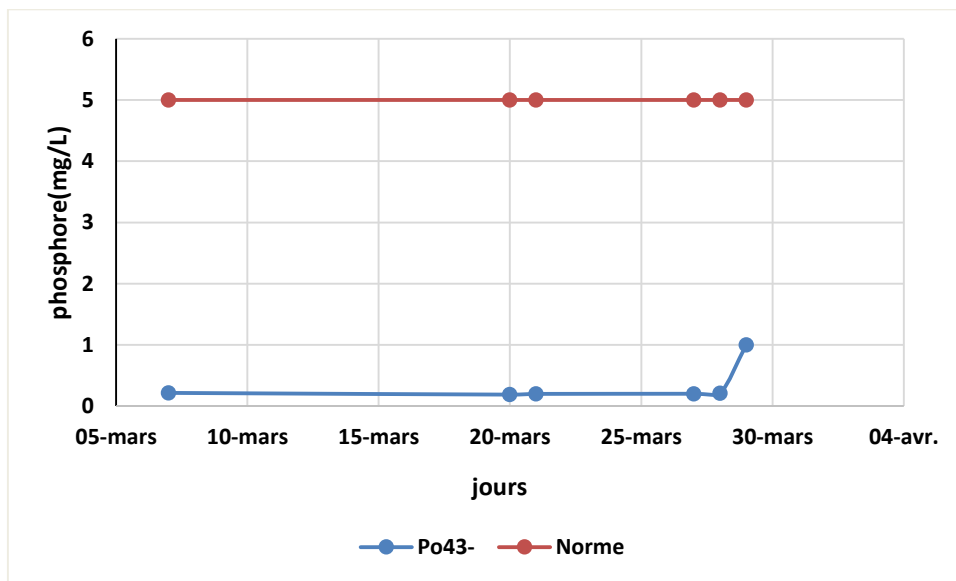


Figure III.6 : Résultats d'analyses de phosphore.

D'après les résultats obtenus, les valeurs des teneurs en phosphate varient entre 0,188 mg/L à 1 mg/L donc les résultats ne dépassent pas les normes Algériennes et internationales de 5 mg/L, donc la qualité de l'eau dans la région est acceptable.

III-4.La minéralisation globale

III-4-1. Sodium

Les résultats d'analyses effectués sont représentés sur la figure III.7 :

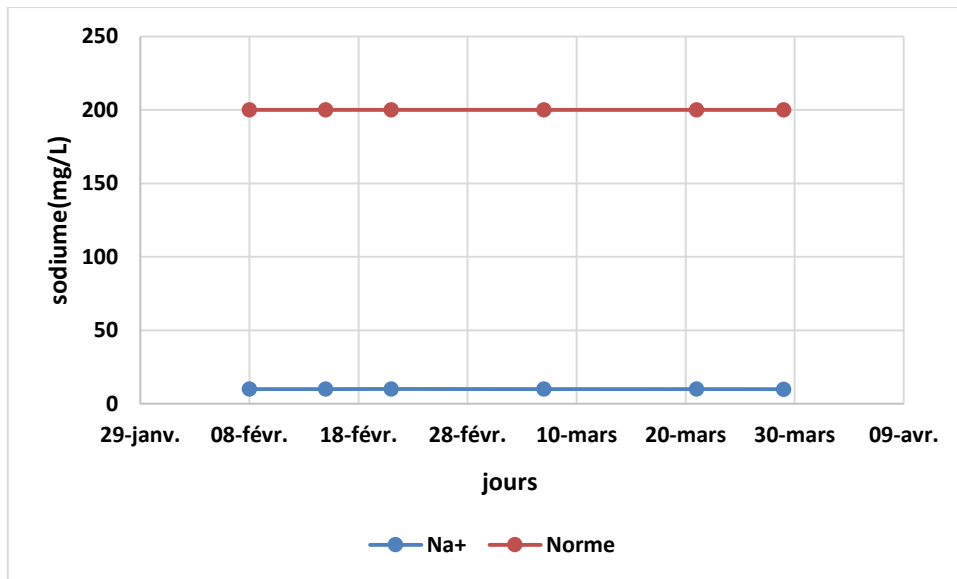


Figure III.7 : Résultats d'analyses de sodium.

D'après les résultats obtenus, les teneurs de sodium varient entre 9.97 mg/L à 10.1mg/L, ces résultats ne dépassent pas les normes Algériennes et internationales de 200 mg/L, donc la qualité de l'eau dans la région est acceptable.

III-4-2.Sulfates

Les eaux naturelles contiennent pratiquement des sulfates en proportion très variables, mais ne dépassent généralement pas les grammes par litre, leur présence résulte de la solubilité du sulfate de calcium des roches gypseuses et l'oxydation des sulfures répandus dans les roches.

Les résultats d'analyses effectués pour la présence des sulfates sont représentés sur la figure III.8 :

D'après cette figure, nous observons que, les valeurs des sulfates varient entre 38.14 mg/Let47.19 mg/L. ces résultats sont représentatifs c.-à-d. Les valeurs ne dépassent pas les normes Algériennes et internationales de 400 mg/L, donc la qualité de l'eau dans la région d'Ain Zada est acceptable.

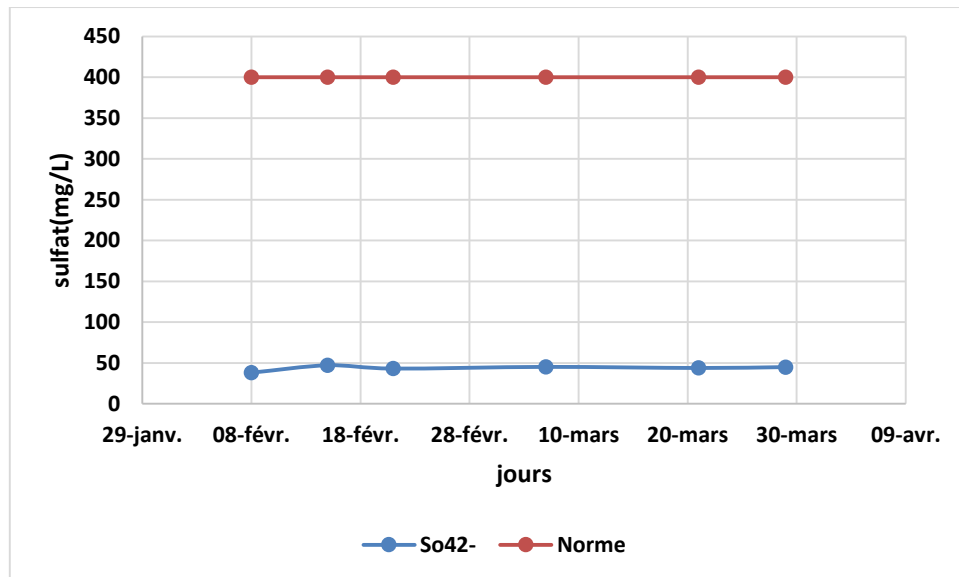


Figure III.8 : Résultats d'analyses de sulfates.

Une eau destinée à la consommation humaine ne doit pas contenir plus de 400 mg/L de sulfate ; Mais des teneurs supérieures à 300 mg/l peuvent contribuer à la corrosion des systèmes de distribution, surtout avec les eaux faiblement alcalines [40].

III-5. Les paramètres indésirables

III-5-1. Le fer

Les résultats d'analyses effectués pour la présence du fer dans les eaux d'Ain Zada sont représentés sur la figure III.9 :

D'après les résultats obtenus, les valeurs du Fer varient entre 2.93 mg/L et 3.14 mg/L donc les résultats dépassent les normes Algériennes et internationales de 0.3 mg/L, donc la qualité de l'eau dans la région est mauvaise.

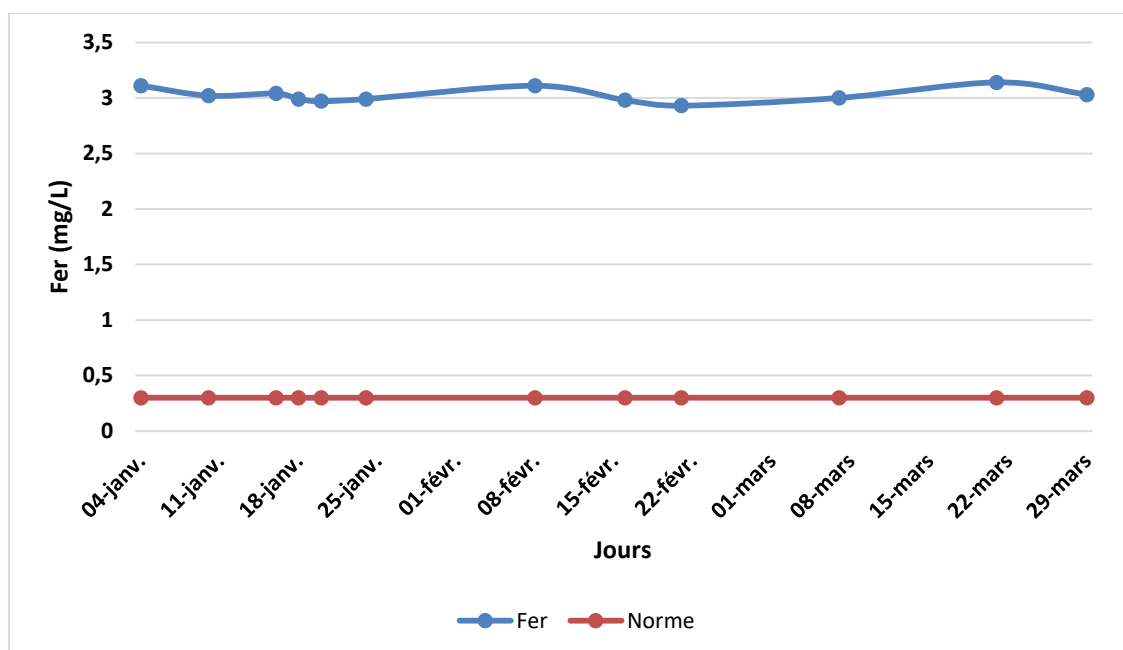


Figure III.9 : Résultats d'analyses de fer.

III-6. Comparaison la valeur moyenne de chaque paramètre avec la norme algérienne et internationale :

Le tableau III. 3 donne une comparaison entre les normes algériennes et internationales et les paramètres analysés durant notre travail.

Tableau III. 3 : Comparaison entre la valeur moyenne de chaque paramètre avec la norme algérienne et internationale

Les paramètres	Normes algériennes	Normes OMS	La valeur moyenne
Turbidité	5	5	18.98
Conductivité	2800	2500	1001.71
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	7.72
NO ₂ ⁻	0.2	0.1	0.607
NO ₃ ⁻	50	50	3.07
PO ₄ ³⁻	5	5	0.224
NH ₄ ⁺	0.5	0.5	0.3925
Fer	0.3	0.3	3.02
SO ₄ ²⁻	400		37.258
Na ⁺	200	200	10.01

D'après les résultats présentés en tableau III.3, nous remarquons que certains paramètres ne dépassent pas la norme algérienne et internationale.

Les résultats montrent que les concentrations en substances essentielles telles que : pH, Conductivité, turbidité, PO_4^{3-} et Na^+ sont généralement faibles.

En revanche les concentrations de fer dépassent largement la valeur. Ces eaux ne sont pas équilibrées en minéraux. Leur utilisation nécessite alors un traitement adéquat pour réduire les autres éléments qui sont en excès. Les résultats montrent aussi que les paramètres de pollution (NO_2^-) dépassent les normes algériennes dans l'ensemble des eaux analysées. Cette pollution provient essentiellement de la dégradation de la matière organique présente dans le milieu et éventuellement des composés d'origine artificielle. L'enrichissement d'eaux en nitrates résulte de la pollution diffuse liée à la percolation des eaux de pluie des sols cultivés et à la pollution ponctuelle engendrée par l'infiltration directe des eaux usées. En général, la présence de nitrates -très soluble dans l'eau- provient de l'agriculture, des rejets des collectivités locales et de l'industrie. Les nitrates constituent aujourd'hui la cause majeure de la pollution des eaux souterraines.

III-7. Analyse bactériologique

Les analyses bactériologiques de l'eau sont essentiellement des analyses d'indicateurs : indicateurs de pollution dans une eau naturelle, indicateurs d'efficacité de traitement dans une eau traitée

❖ Germes Totaux à 37 C°

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que les nombres des germes totaux à 37C° pour les différents points d'échantillonnage sont inférieurs à celui-ci exigés par les normes de l'organisation mondiale de la santé (OMS), donc sur le plan bactériologique l'eau d'Ain Zada est de bonne qualité.

❖ Germes Totaux à 22 C°

Cet examen vise à faire le dénombrement non spécifique de plus grands nombres de micro-organismes. Ce dénombrement a pour objectif d'apprécier quantitativement la charge microbienne existant dans l'eau. D'après les résultats obtenus, nous remarquons que des germes totaux de l'eau de surface sont inférieurs par rapport aux normes (OMS).

Selon [33] la difficulté d'interprétation liée à la présence des coliformes totaux est que si effectivement un certain nombre de ces bactéries mise en évidence sont indicatrices d'une pollution fécale, certaines sont d'origine environnementale. C'est pourquoi il faut toujours faire attention aux prélèvements positifs pour les coliformes, ce n'est pas toujours signe d'une contamination fécale.

Conclusion

L'eau est un élément vital le plus essentiel ; mais elle est susceptible de se modifier par suite des réactions physiques, chimiques ou bactériologiques .Avant d'arriver jusqu'à notre robinet, l'eau subite des traitements pour être potable. Souvent calcaire, elle entartre les appareils électroménagers et assèche la peau.

Pour y remédier, il faut la traiter ; le temps passé à l'unité de l'ADE nous a permis d'observer toutes les étapes de traitement ; tous ces procédés permettant bel et bien d'améliorer significativement la qualité de l'eau brute, l'usage de réactifs chimiques ne va pas sans poser certaines difficultés.

Pour des raisons de distribution des eaux de consommation, il est nécessaire de procéder à la désinfection chaque fois qu'il est nécessaire c'est-à-dire pendant chaque réparation de branchement ou infiltration.

Selon l'étude faite dans la station de traitement des eaux potables, il est clairement démontré que les analyses physico-chimiques de l'eau traitée sont conformes à la réglementation de l'OMS et les normes algériennes.

A travers ces résultats, il est constaté que la majorité des paramètres physico-chimiques étudiés, répondent aux normes algériennes alors que la turbidité dépasse les normes. Donc l'eau d'Ain zada est de qualité physico-chimique acceptable

Sur le plan microbiologique, les résultats obtenus à partir des différentes analyses effectuées sur l'eau indiquent l'absence totale des germes de contamination c'est un signe d'inexistant de pollution. Les analyses bactériologiques montrent que cette eau est de bonne qualité bactériologique.

Références

- [1] **REGGAM 1, BOUCHELEGHEM 2. H, HOUHAMDI 1. M** ; Qualité Physico-Chimique des Eaux de l'Oued Seybouse (Nord Est de l'Algérie): Caractérisation et Analyse en Composantes Principales (Physico-chemical quality of the waters of the Oued Seybouse (Northeastern Algeria): Characterization and Principal Component Analysis). Université 8 Mai 1945 de Guelma, Algérie (2015).
- [2].**MOHAMMEDI. I, MAYOU .O** ; Evolution du transport solide et la qualité des eaux Cas du bassin versant de l'oued Harraza . Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana (2015)
- [3] **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.
- [4].**MOKDADI. H, MESSAI AHMED. N**: Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-oued (Cas du Lac Ayata, Chott Marouam, Lac Sif El-Menadi et Chott Halloufa (2015).
- [5].**RODIER .J**, (l'Analyse d'eau). 5ème édition. (2005).
- [6].**BENALLOU . A**, (Analyse physico-chimique des effluents provenant de la laiterie d'Arib.Centre université de Khemis Miliana (2004).
- [7].**MAHAMAT . B, BESKRI. A** : Caractéristique physico-chimique des eaux souterraines dans la plaine de Khemis Miliana, Mémoire fin d'étude. Centre université de Khemis Miliana (2010).
- [8].**MAKHOUKH .M** : Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya. Maroc (2011).
- [9].**JOEL . G** : La qualité de l'eau potable, technique et responsabilités, Paris, Novembre (2003). [10]. **SARI. H**: Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source (Attar) (Tlemcen). Mémoire de Master en Sciences des aliments. Université Abou-Bekr Belkaid Tlemcen (2014)

[10] contrôle des paramètres physico-chimique et bactériologique d'une eau de consommation ; les cahiers techniques de stage T7 ; E.P.ADE ; zone de tizi ouzou ;

[11].KAHOUL, TOUHAMI: Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la Ville d'Annaba (Algérie). Université Badji Mokhtar. Annaba BP12. Algérie (2014).

[12].GAUJOUS . D : La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire 2ème édition.

[13].FELFOUL . R, HADJYAHYA. S : Contribution au traitement des eaux de oued boutane (Khemis Miliana) Choix d'un procédé d'épuration Centre université de Khemis Miliana (1999).

[14].KHELILI .R, LAZALI .D: Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Harraza (Wilaya de Ain Defla), (2015).

[15].HAWA .S: Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la Ville de Bamako. Université de Bamako (2001). Références bibliographique

[16].MENAD . K, METADJER : Traitement des eaux saumâtre par l'osmose inverse cas de l'eau de Khemis Miliana .Université Khemis Miliana (2012). [17]. SAHRAOUI. N: Etude de la cohérence entre la vulnérabilité à la pollution de la qualité des eaux souterraines plaine Khemis Miliana. Mémoire de Master en Eau et Bioclimatique. Université Khemis Miliana (2015).

[17].SAHRAOUI. N : Etude de la cohérence entre la vulnérabilité à la pollution de la qualité des eaux souterraines plaine Khemis Miliana. Mémoire de Master en Eau et Bioclimatique. Université Khemis Miliana (2015).

[18] DESJARDINS R., (1997). Le traitement des eaux, Edition de l'école polytechnique de Montréal, 2ème édition, Québec, Canada, PP : 46-112.

[19] YAKOUBI MOUHAMED ;(2016) ;étude comparative entre coagulation-floculation et électrocoagulation-electroflottation .

[20]TIAIBA Mohammed ; 2019 ; Traitement des eaux résiduaires d'industrie de textile par électrocoagulation en réacteur continu

[21] **Bernard Legube** ; 2015 ; PRODUCTION D'EAU POTABLE Filières et procédés de traitement ; © Dunod, 2015 5 rue Laromiguière 75005 Paris

[22] **CHERGUI Yamina** ; 2020 THÈSE SEQUÉSTRATION DE POLLUANTS ORGANIQUES ET MINÉRAUX PAR DES BIO-ADSORBANTS MODIFIÉS : EFFET DU TRAITEMENT CHIMIQUE ; UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM Faculté Des Sciences et de la Technologie DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES

[23] **ARCHIBALD F., (2000)**. The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems - a cause for concern. Water Qual Res J. Canada, 35, PP:1-22

[24] **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)

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

[26] **EDBERG S.C., RICE E.W., KARLIN R.J., ALLEN M.J., (2000)**. Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection, Journal of Applied Microbiology, N°88, PP: 106-116.

[27] **ELMUND G.K., ALLEN M.J., RICE E.W., (1999)**. Comparison of Escherichia coli, total coliform and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency, Water Environ.Res, N°71, PP: 332-339

[28] **HÉBERT, S. et S. LÉGARÉ, 2000**. Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq no ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24 p. et 3 annexes

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

[30] **RODIER, 2005** : « L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer », 8 ème édition, DUNOD, Paris

[31] **VILAGINE ,2003** : « Eau, environnement et santé publique », 2 ème édition, ©Lavoisier.

- [32] **MANUEL DE BERGEY., 1984.** Systématique bactériologie ; 9th edition.P533
- [33] **RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. (2009).** L'analyse de l'eau, 9ème édition, Ed. Dunod, 1579p
- [34] **EL HAISSOUFI H., BERRADA S., MERZOUKI M., AABOUCH M., BENNANI L., BENLEMLIH M.,IDIR M., ZANIBOU A., BENNIS Y., EL OUALILALAMI A., (2011).** Pollution des eaux de puits de certains quartiers de la ville de Fès, Maroc, Rev. Microbiol. Ind. San et Environn, Vol 5,N°1, PP: 37-68.
- [35] **claud cardot ;** les traitements de l'eau procédés physico-chimique et biologique coures
Et problèmes résolus
- [36](**Beaux 2004**) : L'environnement, le milieu naturelle, l'atmosphère, les eaux, flore et faune, les risques, les évolutions, édition Nathan, France, pp60-62
- [37](**Gaujou 1989**) : La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire, 2eme Edition, Technique & Documentation, Paris, pp17-71.
- [38]<http://www.environnement-poitou-charentes.org/La-qualite-de-l-eau-pour-l.html>
- [39]**SARI H., 2014** - Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source « Attar » Tlemcen.Mémoire de master, option : sciences des aliments. Université Abou-Bekr Belkaid Tlemcen.
- [40] **HAOUSSA N., 2013** - Etude de la qualité des eaux des mélanges "Eau d'oued Biskra - Eau de Droh". Mémoire de master, option : Hydraulique urbaine. Université Mohamed Khider – Biskra, département de Génie Civil et Hydraulique.
- [41]**Chaden, 2014 ;**Evaluation de la qualité de l'eau du bassin supérieur de la rivière du Litani, Liban : approche hydrogéochimique. Thèse de doctorat en géosciences. Université de Lorraine. Pp99.
- [42] **Kahoul et Touhami., 2014**Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°19, pp.129-138

[43] **Loiseau et Juery., 2002** ; La dégradation de la qualité de l'eau potable dans les réseaux. Version N° 2. Document technique FNDAE. Hors-Série N° 12. Pp 17

[44] **Rejsek, 2002** Analyse des eaux, 1erEd. CRDP Aquitaine. Bordeaux. ISBN : 2-86617-420-8. P360.

[45] **Belghiti, 2013** ; Étude de la qualité physico -chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc). Larhyss Journal. ISSN 1112-3680.n°14. Pp21-36.

[46] **BASSOMPIERRE C., (2007)**. Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèles, Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique De Grenoble, PP: 25-42.

Annexes

Annexe 1 : Matériels et appareils utilisés :

1-Analyses Physico-Chimique :

Verrerie Flacons, Fioles jaugées, Pipettes, Eprouvettes graduées, Erlenmeyers, Burettes avec robinet, Bécher, Pissettes, Spatules, Balance de précision, Comparateur, Etuve : 180°C, Cuvette de verre incolore de 50mm de diamètre.

- **Réactifs :** l'eau distillée. Solution NH_4OH à (pH : 10) .la solution d'EDTA. Noir ériochrome. Muruxide à 0.5%, $\text{NaOH} \cdot \text{K}_2\text{CrO}_4$ (Chromate de potassium). AgNO_3 à 0.02N. réactif des nitrates Salicylate de Sodium. d'acide Sulfurique. réactif coloré . réactif coloré(I). réactif (II), d'acide ascorbique. réactif mixte .E.D.T.A. NaOH à 2N. l'acide chlorhydrique. Chlorure de barium .chlorhydrate d'hydroxylamine. phénantroline,
- **Les appareils :**

Le conductimètre, Le turbidimètre, Le pH-mètre, Le spectrophotomètre, Etuve de séchage

2-Analyses Bactériologiques :

- **Matériels :**

Bac benzéne, Rompe de filtration, Papier filtre (filtre de porosité de diamètre 0,45 et 0.22) Stérile, Etuve de : 37°C, Etuve de : 44°C, Etuves de stérilisation, Flacons de 250ml, Boites de pétrie, Pipettes pasteurs stériles

- **Milieu de culture :**

Gélose ENDO (sélectif)

Annexe 2

Tableau : Normes algériennes de potabilité des eaux de consommation

➤ **Facteur indésirables ou toxiques**

Paramètres	Unité	Niveau Guide	Concentration max. admissible	observations
Argent	m g / l	-	0,05	
Arsenic	//	-	0,05	
Baryum	//	-	1	
Cadmium	//	-	0,01	
Cyanures	//	-	0,05	
Chrome	//	-	0,05	
Cuivre	//	0,05	1,5	
Fer	//	-	0,3	
Fluor	//	0,3	2	
Manganèse	//	-	0,5	
Mercure	//	-	0,001	
Plomb	//	-	0,05	
Hydrogène Sulfuré	//		0,02	Non décelable organologiquement
Sélénium	//	-	0,01	
Zinc	//	-	5	
Pesticides et produit apparentés Au total par substance individualisée		-	0,5 0,1	<ul style="list-style-type: none"> • des insecticides - organochlorés persistants - organophosphorés - carbonates • herbicides • fongicides • PCBE PCI
Détergent ABS	μ g / l	-	0,2	Chloration
Phénols	Mg/l		2	S'il ya chloration à l'exclusion des phénols naturels qui ne réagissent pas au chlore
Hydrocarbures dissous	μ g / l	-	10	

➤ **Facteurs physico- chimiques**

Paramètres	Unité	Niveau Guide	Concentration max. admissible	observations
pH		6,5 à 8,5		
Conductivité	μ S / cm à 20°C	-	2280	
Résidu sec	mg/l après séchage a 105°		2000	En correspondance avec la normalisation des eaux
Dureté totale	mg/l CaCO ₃	100	500	
Calcium	mg/l	75	200	
Magnésium	//	-	150	
Sodium	/	-	200	
Potassium	//	-	10	
Sulfates	//	200	400	
Chlorures	//	200	500	
Nitrates	//	-	50	
Nitrites	//	-	0,1	
Ammonium	//	0,05	0,5	
Phosphates	//	-	0,5	
Oxydabilité (KMnO₄)	//		3	Mesure faite à chaud et en milieu acide
O₂ dissous	//	5	8	
Aluminium	//	-	0,2	

➤ **Paramètres bactériologiques**

Paramètres	Unité	Niveau Guide	Concentration max. admissible	Observations
1- Eau traitée à l'entrée du réseau				
Coliformes fécaux	Nbre/100ml	-	0	Turbidité (INTU), pour la désinfection au chlore, il est préférable que le pH=6,8
Coliformes	Nbre/100ml	-	0	Chlore libre résiduel 2,2 à 0,5mg/l après 30Mn (minimum) de contact
2- Eau de boisson en bouteille				
Coliformes fécaux	Nbre/100ml	-	0	La source doit être exempte de contaminant fécal
Coliformes	Nbre/100ml	-	0	
3- Eau potable de source				
Coliformes fécaux	Nbre/100ml	-	0	Avertir la population de javelliser ou faire bouillir l'eau au cas où l'on n'arrive pas à respecter les valeurs indicatives
Coliformes	Nbre/100ml	-	0	
Germes totaux 37°C /48h	Nbre/ lml	10	-	Pour une eau traitée le dénombrement des «germes totaux effectué à l'extrémité réseau de distribution ne doit pas excéder le taux obtenu en début de réseau dans 90% des échantillons analysés au cours de l'année
22°C/72h	Nbre/ lml	100	-	
Streptocoques	Nbre/100ml	-	0	-
Streptocoques fécaux		-	0	
Clostridium sulfite réducteurs	Nbre/20ml	-	0	